

ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA, CATASTRAL Y VIAL DE LA ZONA CENTRO
DEL SECTOR URBANO DE TUNJA UTILIZANDO INFORMACIÓN
GEORREFERENCIADA.

ÁREA PRINCIPAL DE INGENIERÍA CIVIL DEL PROYECTO:
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA E INFRAESTRUCTURA VIAL

JERSSON ROLANDO MONTAÑEZ MONROY



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN GEOMÁTICA E INFRAESTRUCTURA
VIAL
TUNJA
2018

ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA, CATASTRAL Y VIAL DE LA ZONA CENTRO
DEL SECTOR URBANO DE TUNJA UTILIZANDO INFORMACIÓN
GEORREFERENCIADA

JERSSON ROLANDO MONTAÑEZ MONROY

Proyecto de grado en modalidad de practica con proyección empresarial para
optar el título de Ingeniero Civil

Director:

ANDRES LEONARDO SILVA BALAGUERA

Ingeniero Civil – Magister en ingeniería

Codirector:

GLORIA ESPERANZA CATÓLICO GONZALEZ

Arquitecto

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN GEOMÁTICA E INFRAESTRUCTURA
VIAL
TUNJA
2018

Nota de aceptación

Firma Director del proyecto

Firma Codirector del proyecto

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, octubre de 2018

La autoridad científica de la Facultad de ingeniería reside en ella misma, por lo tanto, no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.

“Se autoriza su reproducción indicando necesariamente su origen”

A Dios y la Santísima Virgen, quienes son mis guías y protectores en el camino de la vida. A mis angelitos del cielo, abuelitas Edelmira y Filomena gracias por ser mi soporte en las noches de tempestad. A Don Julio, mi amado abuelo pilar fundamental de la Familia.

A mis padres Otto Jairo y María Luisa, quienes con sacrificio, cariño y amor me enseñan a ser buen hijo, pues la mayor riqueza de la vida es ser hijo de buenos padres. A mis hermanos, Jorge y J.J los mejores compañeros de viaje en este trasegar de la vida, gracias por siempre estar a mi lado, por la palabra precisa en el momento difícil.

He combatido el buen combate, he llegado a la meta, he guardado la Fe...

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen, quienes me permiten llegar a esta meta, cumplir este sueño. Por darme la fortaleza y sabiduría para enfrentar este reto, por permitirme la vida, por poner en mi camino a seres valiosos.

A mis padres, quienes día a día me enseñaron el valor de la familia, quienes con esfuerzo y sacrificio construyen un verdadero hogar, por el apoyo, por la buena palabra y por los grandes momentos.

A mis hermanos, los compañeros de viaje, los que nunca abandonan, por su apoyo y constancia en cada paso de la vida, como en las ramas de un árbol crecemos en diferentes direcciones, pero nuestra raíz es una sola, así la vida de cada uno siempre será una parte esencial de la vida del otro.

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, templo del saber, mi segundo hogar en estos años de formación profesional, por presentarme a personas valiosas y enriquecedoras.

A mis Docentes y en especial al Ing. Andrés Silva, quien fue mi guía en este proyecto, por su compromiso con la academia. Gracias por formar profesionales éticos y de calidad.

A la Alcaldía mayor de Tunja, por permitirme desarrollar este proyecto, a los funcionarios de la Oficina Asesora de planeación, por ser guías en este proyecto.

A mis amigos, compañeros de batallas, en la vida es difícil encontrar a alguien en quien confiar, más todavía encontrar una verdadera amistad y la vida me ha premiado con ustedes.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	16
2.1 LOCALIZACIÓN	16
2.2 ZONAS DONDE SE DESARROLLÓ EL TRABAJO DE GEORREFERENCIACIÓN.....	18
3. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	19
3.1 CONCEPTOS.....	19
3.1.1 Inventario vial.....	19
3.1.2 Inventario Catastral.....	20
3.2 SOFTWARE EMPLEADO EN EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	21
3.2.1 SIG.....	21
3.2.1.1 Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG)	21
3.2.2 Microsoft Excel.	22
3.2.3 Google Earth pro.	23
3.2.4 ArcGIS:	23
3.3 ESTADO DEL ARTE	24
4. DISEÑO METODOLÓGICO	29
4.1 METODOLOGÍA.....	29
4.1.1 Fase I Reconocimiento de bases teóricas mínimas.....	29
4.1.2 Fase II Recolección de información en campo.	29
4.1.3 Fase III Trabajo de oficina y análisis de datos.	30

5. LEVANTAMIENTOS DETALLADOS UTILIZANDO GPS EN LA ZONA CENTRO DE TUNJA	32
5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, REVISIÓN Y CAPACITACIÓN DE INFORMACIÓN BASE	32
5.2 IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN A GEORREFERENCIAR.....	35
5.3 GEORREFERENCIACIÓN PRUEBA PILOTO	36
5.4 ZONA CENTRO	38
5.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	39
5.5.1 Descarga de Datos.	39
5.5.2 Pos-proceso.....	39
5.5.3 Proyección de coordenadas.	40
5.5.4 Calibración de la ruta.	40
5.5.4 Creación y edición de tablas de eventos.	41
5.6 EDICIÓN DE PARAMENTOS	41
6. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA.....	42
6.1 CAPAS CONTENIDAS EN LA GEODATABASE	42
6.1.1 Tramovía.....	42
6.1.2 Sección Transversal.	44
6.1.2 Separador	47
6.1.3 Tipo Terreno.	48
6.1.4 Muro.....	51
6.1.5 Intersección.	52
6.1.6 Señal Vertical.....	54
6.1.7 Señal Horizontal.	56
6.1.8 Daño Flexible.....	57
6.1.9 Daño Rígido.....	60

6.1.10 Sitio Crítico De Accidentalidad.....	63
6.1.11 Paramentos.	65
7. TRANSITO Y MOVILIDAD ZONA CENTRO DE TUNJA	67
8. EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LA MALLA VIAL DE LA ZONA CENTRO DEL SECTOR URBANO DE TUNJA – BOYACÁ CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI	69
8.1 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DIAGNOSTICOS	69
8.1.1 Tipos de daño en pavimentos flexibles	69
8.1.2 Tipos de daño en pavimentos Rígidos.....	71
8.1.3 Rangos	72
8.2 TOMA DE INFORMACIÓN.....	72
8.3 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	75
8.4 OBTENCIÓN DEL PCI	77
8.5 PROCESO MASIFICADO PARA IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS.....	78
8.5.1 Metodología del procesamiento	78
9. CORRECCIÓN, CÁLCULO Y REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	80
10. RECONOCIMIENTO DE LAS CAUSAS DE LAS PATOLOGÍAS Y POSIBLES SOLUCIONES	85
10.1 causas de las respectivas fallas	85
10.2 Alternativas de intervención	89
11. DATOS ESTUDIOS PREVIOS	98
11.1 Inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja (2004)	98
11.2 Inventario de infraestructura vial del casco urbano de Tunja en base a datos espaciales (2010)	100
12. CONCLUSIONES	105
13. RECOMENDACIONES.....	107
14. BIBLIOGRAFÍA.....	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información base alcaldía de Tunja	32
Tabla 2. Capacitaciones	34
Tabla 3. Capas a levantar según Resolución 1067 de 2015 SINC	35
Tabla 4. Tipos de superficie encontrados	44
Tabla 5. Ancho de calzada	45
Tabla 6. Clasificación del tipo de terreno	48
Tabla 7. Tipo de terreno sector centro	48
Tabla 8. Tipo de intersección	52
Tabla 9. Estado de señales verticales	54
Tabla 10. Daño flexible sector 5.....	57
Tabla 11. Daño rígido sector 5.....	60
Tabla 12. Daño rígido sector 5.....	72
Tabla 13. Daño rígido sector 5.....	76
Tabla 14. Daños en pavimento flexible sector 5	80
Tabla 15. Daños en pavimento rígido sector 5	81
Tabla 16. Estado funcional malla vial metodología PCI.	84
Tabla 17. Causas pavimento flexible.	85
Tabla 18. Causas pavimento rígido	88
Tabla 19. Posibles soluciones pavimento flexible y rígido.	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica casco urbano Tunja.	17
Figura 2. Sector Centro de Tunja.	18
Figura 3. Inventario Vial.	19
Figura 4. Información existente de la ciudad de Tunja.	24
Figura 5. Estudios previos centro histórico de Tunja.	27
Figura 6. Ejemplos metodología PCI	28
Figura 7. Diagrama diseño metodológico.	31
Figura 8. GPS Mobile Mapper 10, equipos utilizados.	36
Figura 9. GPS Qpad X5 Hi-Target, equipos utilizados.	37
Figura 10. Pos-proceso de información - software MobileMapper Office 2.1.	40
Figura 11. 01_Tramovia.	43
Figura 12. Tipo de superficie.	45
Figura 13. Sección transversal.	46
Figura 14. Separador.	47
Figura 15. Resultados tipo terreno.	49
Figura 16. Tipo terreno	50
Figura 17. Muro.	51
Figura 18. Porcentaje según el tipo de intersección	52
Figura 19. Intersecciones.	53
Figura 20. Estado de señal vertical.	54
Figura 21. Señal Vertical.	55
Figura 22. Señal Horizontal	56
Figura 23. Daño Flexible.	58
Figura 24. Daño Flexible.	59
Figura 25. Daño rígido.	61
Figura 26. Daño Rígido.	62
Figura 27. Sitio Crítico de accidentalidad.	64

Figura 28. Paramentos	66
Figura 29. Volúmenes de transito centro de la ciudad	68
Figura 30. Formato trabajo de campo	74
Figura 31. Levantamiento de daños	78
Figura 32. Levantamiento de fallas.	79
Figura 33. Valor deducido corregido	81
Figura 34. Estado superficial de las vías con pavimento flexible.	82
Figura 35. Estado superficial de las vías con pavimento rígido.	82
Figura 36. Clasificación funcional metodología PCI	83
Figura 37. Clasificación funcional metodología PCI	84
Figura 38. Tipo de pavimento.	98
Figura 39. Tipo Terreno.	99
Figura 40. Nivel de servicio	100
Figura 41. Estado superficial de vías arterias.	101
Figura 42. Estado superficial de vías secundarias	101
Figura 43. Estado superficial de vías 2010	102

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Geodatabase zona centro de Tunja.	CD
Anexo B. Resolución 0001067 del 2015.....	CD
Anexo C. Mapas de cada una de las capas.....	CD
Anexo D. Datos metodología PCI.....	CD
Anexo E. Caracterización de la movilidad.....	CD
Anexo F. Manual PCI.....	CD
Anexo G. Certificado licencia Software.....	CD

INTRODUCCIÓN

La elaboración y actualización de bases de datos de la cartografía catastral y de la malla vial son herramientas de gran relevancia dentro del desarrollo y organización de ciudades de gran importancia, dentro de las funciones realizadas en la oficina Asesora de planeación de la Alcaldía mayor de Tunja se presenta el aprovechamiento de la herramienta ARCGIS en búsqueda de realizar un apoyo mediante la representación esquemática a la información de diferentes licencias que son expedidas por las curadurías, esta información es cargada al SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, MEPOT y tu SIG.

La recolección de información se rige por medio de la metodología indicada en la RESOLUCIÓN 1067 DE 2015, que permite identificar y evaluar los principales aspectos a tener en cuenta para el mantenimiento y crecimiento vial de la ciudad, la resolución plantea la captura de diferentes datos con el fin de realizar la construcción de un inventario vial de la ciudad de Tunja, la alcaldía cuenta con equipos GPS (GPS MOBI MAPPER 50, GPS MOBI MAPPER 10 y Receptor Qpad X5 Hi-Target) de alta precisión para la toma de datos; se ejecutaron los levantamientos tomando capas como son: Tramo vía , Berma, Sección transversal, Separador, Tipo terreno, Puentes, Muros, Intersección, Sitio critico de accidentalidad, Sitio critico de inestabilidad, Señal horizontal, Señal vertical, Daño afirmado, Daño flexible, Daño rígido. La capa de paramentos se realiza con el fin de realizar una base de datos virtual la cual permite consultar información relacionada con los predios del sector urbano facilitando trámites administrativos a la comunidad. Esta capa cuenta con información como: andén, cunetas, paraderos, antejardín, etc.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Ejecutar la recopilación de información georreferenciada en la zona centro del sector urbano de la ciudad de Tunja siguiendo lineamientos nacionales con destino a la actualización del POT

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Estructurar una base de datos georreferenciada de la malla vial y de la cartografía catastral según lo requerido por la Oficina Asesora de Planeación de Tunja y utilizando la Metodología establecida en la Resolución 1067 de 2015 del ministerio de Transporte.

Realizar levantamientos detallados utilizando receptores del Sistema de Posicionamiento Global en la zona centro del sector urbano de Tunja conforme a la metodología de la Resolución 1067 de 2015 del ministerio de Transporte, incluyendo la toma de datos de parámetros.

Realizar la evaluación funcional de la malla vial de la zona centro del sector urbano de Tunja – Boyacá con la aplicación de la metodología PCI (Pavement Condition Index) procesando la información recopilada en campo.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

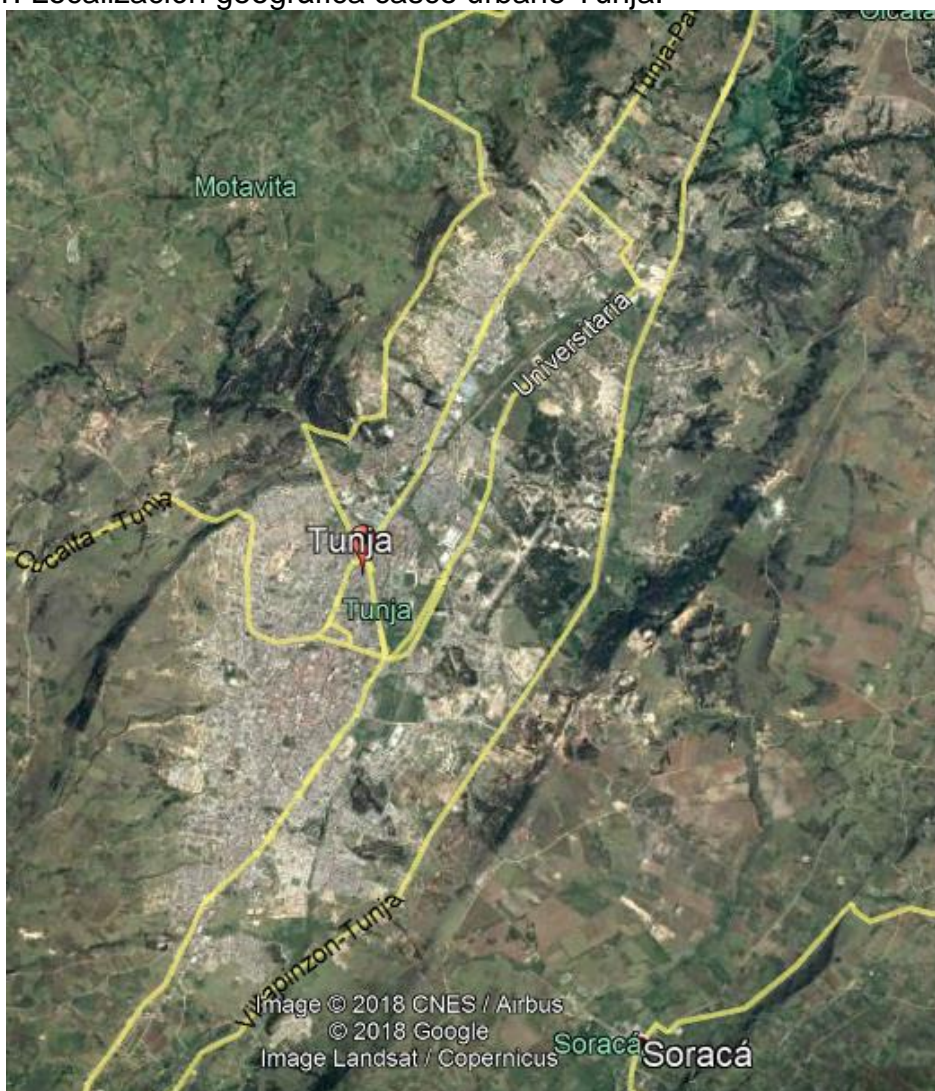
La Alcaldía Mayor de Tunja realizó el proceso de actualización cartográfica catastral y vial en todo el sector urbano de la ciudad, para este proceso de investigación el trabajo se realizó principalmente en la zona centro de la ciudad de Tunja.

Geográficamente la ciudad de Tunja cuenta con los siguientes datos:

- **Descripción Física:** Tunja Registra 200 desarrollos urbanísticos en la zona urbana y 10 veredas en el sector rural: Barón Gallero, Barón Germania, Chorroblando, El Porvenir, La Esperanza, La Hoya, La Lajita, Pirgua, Runta y Tras del Alto. Los ríos Jordán que atraviesa a la ciudad de sur a norte y la Vega que va de occidente a oriente, se consideran sus principales fuentes hídricas.
- **Límites del municipio:** Limita por el **NORTE** con los municipios de Motavita y Cómbita, al **ORIENTE**, con los municipios de Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, por el **SUR** con Ventaquemada y por el **OCCIDENTE** con los municipios de Samacá, Cucaita y Sora.
- **Extensión total:** 121.4920 Km²
- **Extensión área urbana:** 19.7661 Km²
- **Extensión área rural:** 101.7258 Km²
- **Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar):** 2782
- **Temperatura media:** 13° C¹.

¹ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Tunja en equipo: Presentación. [En línea]. Disponible en Internet. <http://www.tunja-boyaca.gov.co/presentacion.shtml>

Figura 1. Localización geográfica casco urbano Tunja.



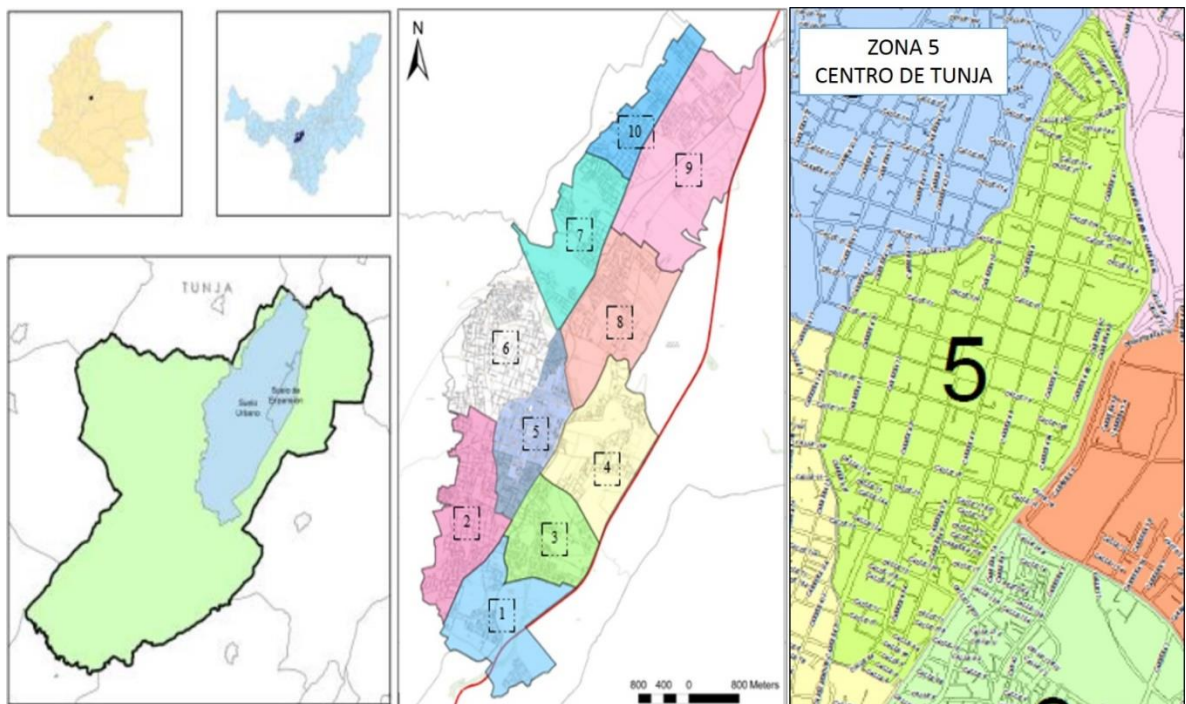
Fuente: Google Earth

2.2 ZONAS DONDE SE DESARROLLÓ EL TRABAJO DE GEORREFERENCIACIÓN

En este proceso de investigación el trabajo se realizó principalmente en la zona centro de la ciudad de Tunja, el cual es completamente urbano donde se encuentra ubicado el conocido centro histórico de Tunja. Este sector se encuentra delimitado principalmente por La Ruta 55, la avenida Maldonado, la avenida Colon, la Carrera 14 y la Calle 8

En este sector se encuentra un total de vías intervenidas 35.7 km los cuales se les realizó la georreferenciación de la malla vial siguiendo los parámetros planteados en la resolución 1065 de 2015 y se realizó la evaluación funcional de la malla vial mediante la aplicación de la metodología PCI procesando la información recopilada en campo.

Figura 2. Sector Centro de Tunja.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por la alcaldía de Tunja.

3. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

3.1 CONCEPTOS

3.1.1 Inventario vial. Es un elemento utilizado por la oficina de planeación de la ciudad de Tunja que permitirá la recolección de datos reales tomados en campo con aplicaciones para determinar el estado, funcionalidad y estado operacional de cada una de las vías presentes en la zona de estudio en este caso la oriental parte alta de la capital de nuestro municipio.

Se hace necesario identificar los estados operacionales de las vías con el propósito de que se llegue a reconocer las posibles formas de actuar en cuanto a (mantenimiento, mejoramiento, rehabilitación, construcción o generación de nuevas vías) todo con el fin de poder contribuir al desarrollo de las comunidades donde se intervino.

Figura 3. Inventario Vial.



Fuente: IPS Vial.

El inventario vial formulado va de la mano con la Resolución 1067 de 2015 propuesta por el SINC (Sistema Integral Nacional de Carreteras), el cual es un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales y que conforman el inventario nacional de carreteras. En este sistema se registrarán cada una de las carreteras existentes identificadas por su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirve, estado de las mismas, proyectos nuevos, intervenciones futuras y demás información que determine la entidad administrativa del sistema. ²

3.1.2 Inventario Catastral. El Artículo 97 de la Resolución 0070 de 2011 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), establece: Actualización de la formación catastral. Consiste en el conjunto de operaciones destinadas a renovar los datos de la formación catastral, revisando los elementos físico y jurídico del catastro y eliminando en el elemento económico las disparidades originadas por cambios físicos, variaciones de uso o productividad, obras públicas o condiciones locales del mercado inmobiliario. ³

En la ciudad de Tunja se durante el año 2018 se plantea la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial, donde uno de sus puntos clave es realizar la actualización vial y catastral de la ciudad. La oficina Asesora de Planeación plantea la creación de una capa adicional a las establecidas en la resolución 1067 de 2015 la cual es denominada MAPA DE PARAMENTOS la cual está compuesta por la siguiente información: ancho de calzada, ancho de berma, ancho de cuneta, ancho de andén, ancho de antejardín, ancho de zona verde, ancho de bahía y ancho de zona de parqueo, donde la sumatoria de estas medidas comprende la información de paramentos para cada uno de los predios colindantes en cada vía.

² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015. Capítulo 6. Especificaciones de la Información.

³ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Resolución 0070 de 2011. Capítulo 4. trabajos finales de la formación.

3.2 SOFTWARE EMPLEADO EN EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

3.2.1 SIG. Un sistema de información Geográfica (SIG O GIS, su acrónimo en inglés Geographic Information System) Un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

Los usuarios pueden editar los mapas, trabajar por capas y manipular la información que almacena el sistema para obtener resultados específicos o generales de una consulta. Encuentran respuestas como qué hay en un lugar, dónde sucedió un hecho, qué cambios ha habido, qué camino tomar o qué construcciones cercanas se encuentran. Por ejemplo en SI-GEO, el Sistema de Información Geográfica del Sector Educativo, una persona puede revisar las escuelas de su municipio y además ver los hospitales que están cerca, las montañas, las explotaciones mineras, los ríos, entre otros datos.⁴

3.2.1.1 Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

1) Datos: Los datos son la materia prima para trabajar con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Sin ellos, no se podrá construir productos de información o mapas que nos ayuden a hacer nuestros análisis y tomar las decisiones en nuestra organización. Esos datos podrán venir de diferentes fuentes:

⁴ MINISTERIO DE EDUCACION. Prosperidad Para Todos. Presentación. [En línea]. Disponible en Internet: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-190610.html>

sensores remotos, GPS, fotografías aéreas, archivos formatos shapefile, archivos CAD, archivos Excel, etc.

Esta información geográfica será el inicio de partida para empezar a trabajar con los SIG, los cuales nos permitirán analizarla y extraer toda la información posible para plasmarla en un mapa que nos ayude a la interpretación de esa información.

Los datos pueden: ser datos no espaciales se denominan a cualquier atributo que posea un objeto geográfico, que da una descripción del mismo un ejemplo de este tipo de datos es la altura de un edificio. Los datos espaciales es todo lo referente a localización (coordenadas) de los objetos sobre la superficie terrestre, dentro de análisis se refiere al componente geométrico del objeto modelado.

2) Software: Se engloban en dos grandes familias en función de la forma en que modelizan el espacio. Sistemas Vectoriales y los Sistemas Raster. Algunos pueden incluso tratar ambos escenarios. ArcGIS es actualmente la tecnología de referencia en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) por lo cual es el Software a utilizar en el procesamiento de la información.

3) Hardware: Por su menor coste y mayor implantación, los ordenadores personales son actualmente la plataforma más utilizada.

4) Personal: EL personal constituye una pieza clave en su funcionamiento. Aunque existe en el mercado una gran oferta de cursos y estudios de SIG, los costes de formación siguen siendo altos.

5) Metodología: Sin un método de trabajo específico, todo el sistema se convertiría en una mera base de datos donde conservar los mismos. El método, engloba el proceso conceptual de diseño. Se requiere prever una serie de pasos básicos. Estos pasos en cada fase deben obtener una serie de productos o resultados⁵.

3.2.2 Microsoft Excel. Es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y

⁵ MINISTERIO DE EDUCACION. Prosperidad Para Todos. Presentación. [En línea]. Disponible en Internet: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-190610.html>

financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo principalmente pero es uno de los múltiples beneficios que brinda el programa, ya que tiene la ventaja de crear tablas y gráficos brindando una múltiple cantidad de herramientas de cálculo encontrando resultados precisos.

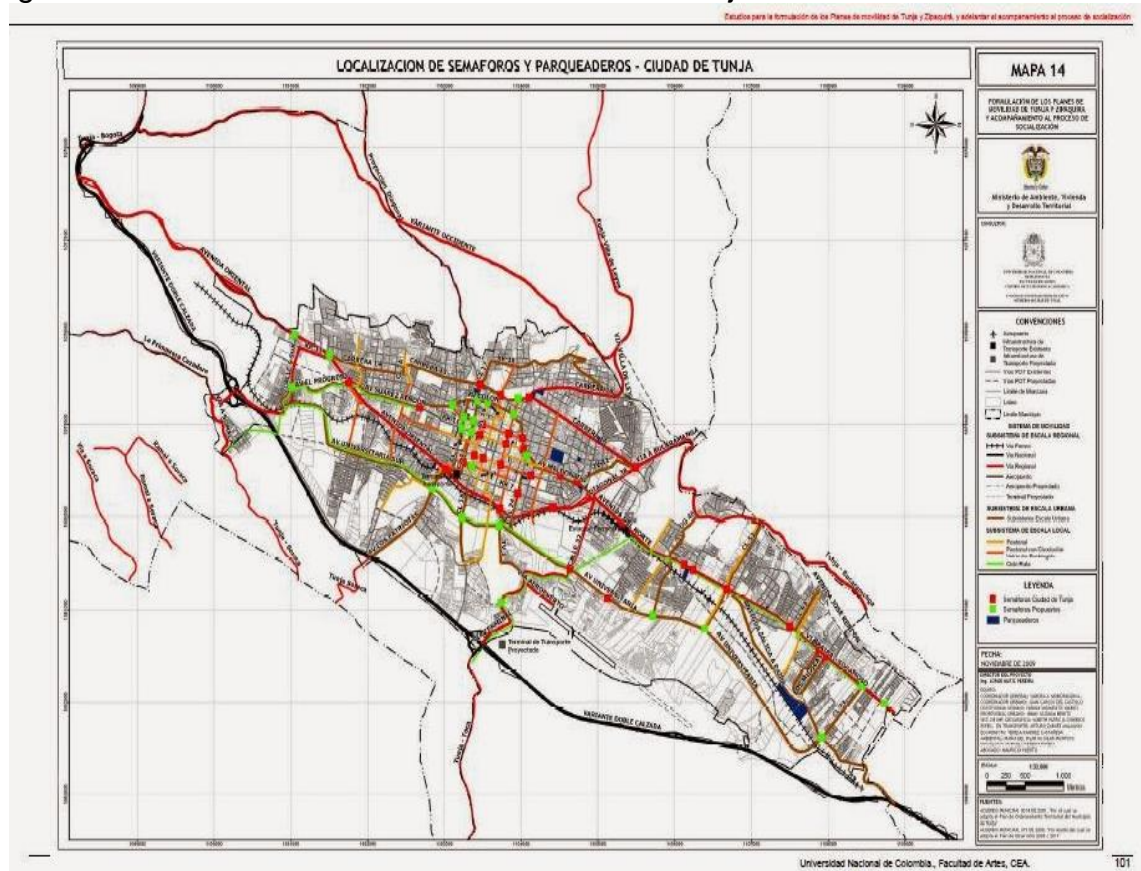
3.2.3 Google Earth pro. Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. Esta herramienta es fundamental debido a que con ella es posible verificar zonas que no presenten buena visual en los mapas base de ArcGis e imágenes aéreas proporcionadas por la gobernación de Boyacá y por la Alcaldía de Tunja.

3.2.4 ArcGIS: es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Los mapas constituyen una forma muy efectiva de organizar, comprender y proporcionar grandes cantidades de información de un modo comprensible universalmente.

3.3 ESTADO DEL ARTE

A lo largo de la historia el avance en el desarrollo de la infraestructura vial es de vital importancia en la economía de un país o región específica puesto que este tipo de procesos permiten un vínculo directo entre la producción y el consumo de un mercado, entre otro tipo de aspectos sociales, culturales, etc. En la actualidad las principales ciudades del mundo utilizan el concepto de inventarios viales con el fin de obtener información consolidada acerca del estado de la red vial y aspectos como la movilidad y sitios críticos de accidentalidad buscando con esto solucionar los problemas que se presentan.

Figura 4. Información existente de la ciudad de Tunja.



Fuente: Alcaldía Mayor de Tunja.

Para el caso de la ciudad de Tunja considerada como ciudad intermedia la ejecución del proyecto de actualización del inventario de la malla vial mediante información georreferenciada es de gran importancia puesto que es de las pocas ciudades intermedias que realizan este tipo de proyectos en el país. Actualmente la alcaldía de Tunja busca realizar una base de datos general de la malla vial y parámetros de los predios de la zona urbana de la ciudad.

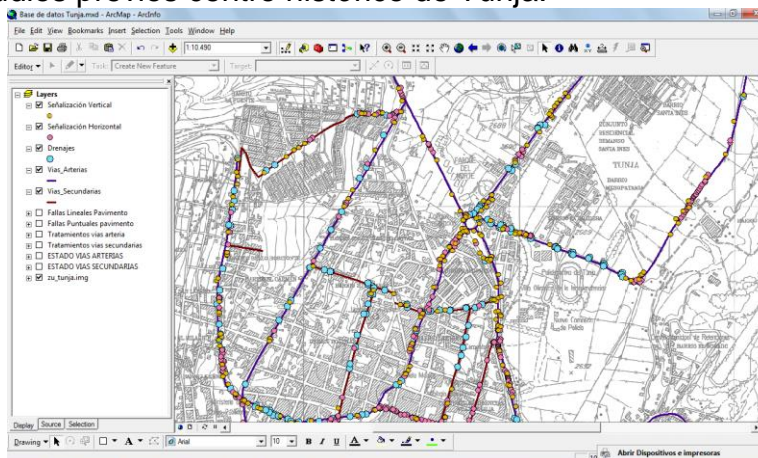
En el proyecto de (GALLINA Garcia, 2011) se visualiza la ubicación geográfica de los predios asignados a cada uno de los analistas catastrales, así como los avances del proceso. Los resultados son representados en mapas temáticos que hacen parte de los productos finales de la investigación y del proyecto con SIG. El trabajo se define como proyecto piloto, en el cual una vez comprobada su efectividad y realizada una retroalimentación, se planifico darlo a conocer a las autoridades competentes de registro catastral con el objeto de que se incluya en el sistema registro – catastro. Por su parte (MANZANO, y otros) realizan en su trabajo la elaboración de una metodología de actualización puntual de la cartografía catastral mediante la integración automática de técnicas de GPS y SIG, con el fin de poder georreferenciar y enlazar la información con redes de orden superior. De esta forma la actualización catastral se obtendría de levantamientos con GPS y convenientemente referenciados, por lo que su integración con la cartografía digital se realizaría de forma automática. El trabajo se realizó para ser aplicado al inventario municipal de monte público perteneciente al término municipal de Nijar en la provincia Almería, España. En la investigación de (YUPARI, y otros) se expresa el uso con variados propósitos del catastro urbano para las diferentes entidades y los interesados o propietarios de los predios hacen que esta sea una herramienta de gestión. Para la procura del desarrollo de la población, ya que para realizar planes de desarrollo es necesario tener conocimiento de ciertos aspectos que permitan conocer la realidad de la población, como el tipo de vivienda, servicios con los que cuenta, vías de acceso, datos de propiedad, entre otros. El SIG elaborado se utiliza como herramienta para el catastro urbano del sector de

Mollepata, la cual facilitara de manera eficiente y oportuna en los distintos requerimientos de la población así como también la actualización y manejo de información que puede responder diversos propósitos.

En cuanto al estado funcional de la malla vial se toman como base de referencia diferentes estudios, (REBOLLEDO, Javier; 2010) da una pauta principal con respecto a los deterioros en pavimentos flexibles y rígidos, en esta investigación se incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso. Por otro lado (DELGADO, Marco; 2016) establece la evaluación de control de calidad y mejoramiento de pavimentos asfálticos, en donde incluye la serie de actividades en la conservación vial que establecen el tipo de intervención que requiere la estructura del pavimento y las cuales se llegan a describir como: Mantenimiento rutinario que se define como el conjunto de actividades tendientes a lograr el cumplimiento de la vida útil de la estructura, constituyéndose en una práctica preventiva. Mantenimiento periódico que se define como el conjunto de actividades superficiales que no comprometen las capas inferiores de la estructura del pavimento, tendientes a lograr que por lo menos se alcance el período de diseño o vida útil, manteniendo su condición de servicio. Constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva. Rehabilitación, esta actividad está definida como el conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad estructural del pavimento y hacerlo apto para un nuevo período de servicio. Algunas actividades asociadas a la necesidad de rehabilitar implican el retiro de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo, en tanto que con otras se busca aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento.

Estudios previos al proyecto dan una base de comparación en el desarrollo de la ciudad, en el año 2004 se realiza un primer proyecto en donde (RODRÍGUEZ, José) plantea la realización del inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja en el cual evalúa aspectos como el tipo de pavimento, los daños en la estructura, etc. En el año 2010 (MEDRANO, Cristina; URIBE, Juliet; 2010) realizaron un inventario de la infraestructura vial de la zona urbana de Tunja donde se georreferenció la información por medio de equipos GPS y con posterior procesamiento mediante el software ArcGis, donde el fin principal de este estudio era realizar el diagnóstico del estado actual de la malla vial del centro histórico de Tunja utilizando diferentes metodologías (VIZIR, INVIAS e IDU) donde se buscaba una comparación respecto a los resultados arrojados por cada una de ellas. Para el año 2017 en cumplimiento de la Resolución 1067 de 2015 (Metodología General para Reportar la Información que conformara el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras) se realizó por parte de la alcaldía de Tunja, (BUITRAGO, Sandra, 2017) y (SANCHEZ, Daniel, 2017) un inventario vial de la zona urbana de la ciudad, estos proyectos son la base inicial del proyecto ejecutado actualmente, es importante mencionar que este documento se enfoca en la zona centro Tunja puesto que pertenece a una división sectorial del 100% de la zona urbana.

Figura 5. Estudios previos centro histórico de Tunja.



Fuente: Inventario De Infraestructura Vial Del Casco Urbano De Tunja En Base De Datos Espaciales. Medrano Cristina; Uribe Julie.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

Se indaga en una metodología de carácter correlacional, puesto que busca determinar la correspondencia que se presenta en variables como el tránsito, drenajes, procesos constructivos y estudios previos en la zona, con el estado funcional de la malla vial obtenido a partir de recolección de información georreferenciada y aplicación de la metodología PCI. A continuación, se presentan las fases de a seguir en el desarrollo del proyecto.

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1 Fase I Reconocimiento de bases teóricas mínimas.

Consiste en recibir las capacitaciones por parte de los funcionarios de la alcaldía en el cual se detalla el proyecto a llevar a cabo, su alcance, insumos a utilizar socializando la metodología general para reportar la información en función de la resolución 1067 de 2015, tiempos, plan de trabajo, y los lineamientos establecidos por la oficina de Planeación para estructurar una base de datos donde la información sirva en la actualización del POT de Tunja y de las bases de datos de Entidades Estatales en general.

Por otro lado se estructura la base de datos a realizar delimitando factores como el propósito de la base de datos, determinando los campos que se necesiten, las tablas que se necesitan, a su vez a que campo pertenece cada tabla, identificar los campos que posean valores únicos, determinar las relaciones entre tablas y por ultimo refinar el diseño.

4.1.2 Fase II Recolección de información en campo.

En esta fase se llevará a cabo el afianzamiento de conocimientos mediante la toma de datos en el sector 5, generando la habilidad necesaria para el manejo adecuado

y eficiente de los insumos proporcionados por la alcaldía, posteriormente de acuerdo al plan de trabajo se realizará el levantamiento vial del sector centro de Tunja, la recolección en campo se diseñó bajo experiencias previas de estudios en el sector rural y sectores urbanos de la ciudad, los datos son recolectados de forma cuantitativa en su mayoría con presencia de observaciones cualitativas respecto a ciertos atributos. Esta fase se basa en una investigación directamente en campo por lo que se plantea plasmar datos 100% reales los cuales permitan dar una perspectiva de las problemáticas presentadas.

4.1.3 Fase III Trabajo de oficina y análisis de datos.

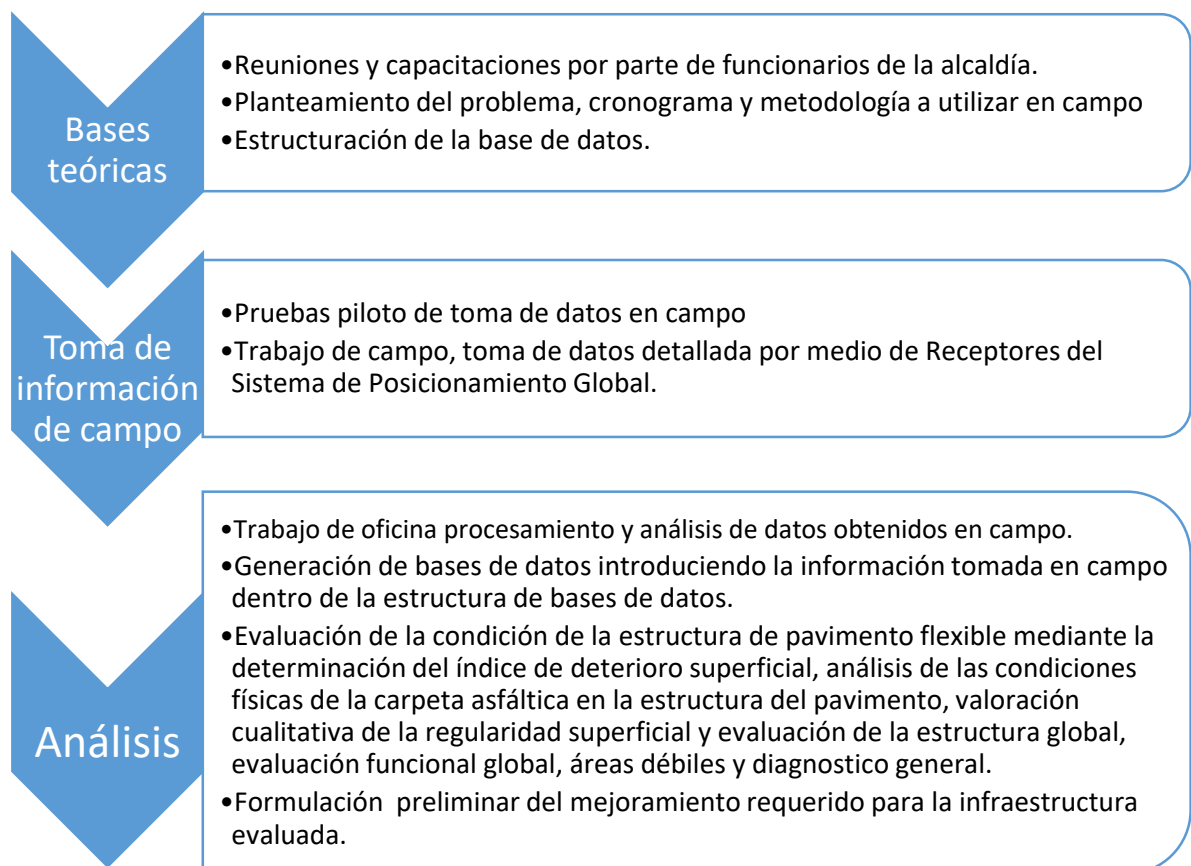
Posteriormente se realizará el debido post- proceso de los datos, la adecuación de los mismos a los distintos requerimientos de la metodología general del SINC, la preparación de un informe final del trabajo realizado y su correspondiente análisis del estado de las vías.

Para la realización de esta práctica con proyección empresarial se trabajará en base a los lineamientos de la resolución 1067 de 2015 que abarca los nuevos términos de la metodología general para reportar información al SINC, estos formatos serán usados para ajustar los datos y entregar de esta manera la información a la oficina de planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, en el trabajo de campo se georreferenciará la vía con sus propiedades de sección transversal, paramentos, andenes, sitios de accidentalidad crítica, sitios de inestabilidad, fallas, muros, señales de tránsito verticales y horizontales, puentes, paraderos, intersecciones, para este fin se utilizará un GPS Mobile Mapper 50 el cual tiene Sistema de aumentación basado en satélites en tiempo real menor a 1,5 m, además de flexómetros para tomar las medidas de anchos de paramentos, andenes, bermas y demás, en cuanto al trabajo de oficina se deberá realizar el post-proceso de los datos, proyección de las coordenadas de GWS-1984 a MAGNA-SIRGAS Bogotá Colombia, la adecuación de los shapes en el programa ArcGIS, con las tablas de atributos debidamente diligenciadas, para al final montar una Geodata Base con la

información a reportar, será necesario hacer ajustes de tablas de atributos y filtración de información con Excel, además se entregará un reporte de información a la oficina de planeación de la alcaldía. Posteriormente se realizará un análisis de las vías en función de su importancia y su estado.

En último lugar se realiza la evaluación funcional de la malla vial de la zona centro de Tunja – Boyacá procesando la información recopilada en campo y con una posterior aplicación de la metodología PCI. En búsqueda de los posibles factores que generan los daños y deterioros en la malla vial con el fin de dar una recomendación para la soluciones de los problemas presentados.

Figura 7. Diagrama diseño metodológico.



Fuente: Elaboración Propia

5. LEVANTAMIENTOS DETALLADOS UTILIZANDO GPS EN LA ZONA CENTRO DE TUNJA

5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, REVISIÓN Y CAPACITACIÓN DE INFORMACIÓN BASE

En base al trabajo realizado anteriormente para el sector rural y la zona sur-oriental se plantea el procedimiento a seguir para la ejecución final del proyecto, basados en el uso de receptores de posicionamiento global GPS y el software ArcGis se recibe capacitación inicial en el manejo de dichas herramientas por parte de profesionales de la Alcaldía de Tunja y la empresa “GALILEO INSTRUMENTS” permitiendo cumplir con la información solicitada en la resolución 1067 del 2015 y la información sobre parámetros solicitada por la oficina asesora de planeación.

Como información base se reciben diferentes archivos suministrados por la alcaldía los cuales facilitan la ejecución del trabajo de campo y el procesamiento de la información recopilada.

Tabla 1. Información base alcaldía de Tunja

NOMBRE	TIPO DE ARCHIVO	TIPO GEOMETRIA	CONTENIDO
PREDIAL	Shapefile	Polígono	En esta capa se encuentra información de código predial, nombre del propietario, dirección del predio, matrícula inmobiliaria y código de manzana para cada predio del sector urbano y rural (es importante mencionar que esta capa no está completamente actualizada).

MALLA VIAL PROYECTADA	Shapefile	Línea	En esta capa se encuentra información de la nomenclatura existente y una nueva nomenclatura propuesta por la Alcaldía de Tunja
BARRIOS	Shapefile	Polígono	Se presenta información por medio de polígonos los cuales contienen el nombre y el área de cada barrio de la ciudad.
ORTOFOTO	Imagen TIFF		Fotografía aérea de la ciudad de Tunja
LÍMITE URBANO	Shapefile	Línea	Se presenta información por medio de polígonos los cuales dividen cada uno de los sectores urbanos propuestos por la oficina asesora de planeación.
LÍMITE VEREDAL	Shapefile	Línea	Se presenta información por medio de polígonos los cuales dividen cada una de las veredas o división rural de la ciudad.
BASE DE DATOS USO DE SUELO Y ESTRATO	Excel		Esta base de datos contiene información de uso de suelo y estrato de cada uno de los predios de la ciudad los cuales se relacionan mediante el código predial.

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a las capacitaciones realizadas por parte profesionales de la Alcaldía de Tunja se basaron en el manejo de equipos GPS Mobile Mapper 10, Mobile Mapper 50 y la empresa “GALILEO INSTRUMENTS” en el manejo del Receptor Qpad X5 Hi-Target.

Tabla 2. Capacitaciones

TIPO DE CAPACITACIÓN	OBJETIVO	FECHA
USO DE EQUIPOS GPS MOBILE MAPPER 10, MOBILE MAPPER 50	Conocer el funcionamiento de los equipos para llevar a cabo el trabajo de campo teniendo en cuenta la metodología a seguir y la información a georeferenciar.	Tunja 8 y 9 de febrero de 2018
EQUIPOS GNSS DE PRECISIÓN ORIENTADOS A LEVANTAMIENTOS Y CAPTURA DE DATOS PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”	Conocer el funcionamiento de los equipos Qpad X5 Hi-Target, GNSS SOKKIA GX2 y SOKKIA S10 para llevar a cabo el trabajo de campo teniendo en cuenta la metodología a seguir y la información a georeferenciar.	Tunja 22 y 23 de febrero – 8 y 9 de marzo de 2018.
TRABAJO DE CAMPO	Aplicación de la metodología adquirida en el manejo de los equipos buscando afianzar la destreza en la toma de datos.	Tunja 12 al 16 de febrero – 19 al 23 de marzo de 2018.de 2018
TRABAJO DE OFICINA	Enseñanza del procesamiento de la información tomada en campo mediante el software ArcGis.	Tunja 26 al 28 de febrero – 1 y 2 de marzo de 2018.

Fuente: Elaboración Propia

5.2 IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN A GEORREFERENCIAR

Este proceso se realiza basados en la información exigida en la resolución 1067 de 2015, la cual da las capas que se deben realizar para el inventario vial de la zona de estudio, la tabla 3. Muestra las capas y la información exigida.

Tabla 3. Capas a levantar según Resolución 1067 de 2015 SINC

CAPAS
01_TRAMOVIA
02_BERMA
03_SECCIONTRASVERSAL
04_SEPARADOR
05_TIPOTERRENO
06_PUENTE
07_MURO
08_TUNEL
09_ESTACIONPEAJE
10_INTERSECCION
11_PEAJE
12_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD
13_SITIOCRITICOINESTABILIDAD
14_SEÑALHORIZONTAL
15_SEÑALVERTICAL
16_DAÑO FLEXIBLE
17_DAÑO RIGIDO
18_DAÑO AFIRMADO

Fuente: Elaboración Propia

5.3 GEORREFERENCIACIÓN PRUEBA PILOTO

En la Fase I de la metodología planteada se establece la realización de una prueba piloto con el fin de fortalecer el desarrollo de trabajo de campo, esta prueba se establece en dos fases principalmente:

- ✓ Prueba realizada con los equipos GPS MOBILE MAPPER 10 y MOBILE MAPPER 50, esta prueba se realiza en el sector 5 el cual comprende el centro histórico de la ciudad, llevándose a cabo alrededor de la plaza de bolívar y de la carrera 9.

Figura 8. GPS Mobile Mapper 10, equipos utilizados.



Fuente: Elaboración Propia

En esta prueba se establecen varios parámetros iniciales como lo son los datos obligatorios a tomar en campo para cada atributo, una estimación del avance diario (km), valor máximo de PDOP de 3.0 lo cual garantiza una buena distribución de satélites y un numero de satélites no menor a 6 para el sistema GPS y 4 satélites en el sistema GLONASS.

- ✓ Para los equipos Qpad X5 Hi-Target, GNSS SOKKIA GX2 y SOKKIA S10 se realizaron pruebas de toma de campo en diferentes partes de la ciudad (Plaza de Bolívar, Bosque de la Republica, estadio La Independencia) orientada por profesionales de la empresa GALILEO INSTRUMENTS, en la cual se establecieron los equipos aptos a utilizar en la metodología planteada por el equipo de trabajo donde se llegó a la conclusión que debido a la información levantada que el equipo a usar es el receptor Qpad X5 Hi-Target.

Figura 9. GPS Qpad X5 Hi-Target, equipos utilizados.



Fuente: GALILEO INSTRUMENTS

Estos equipos son basados en la tecnología NTRIP (Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol) la cual Consiste en la transmisión de correcciones diferenciales y datos GNSS, originalmente en formato estándar RTCM, a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), las cuales son obtenidas en una estación de referencia y ofrecidas a los usuarios vía Internet.

5.4 ZONA CENTRO

Dentro de la zona de estudio se comprende el sector conocido como centro histórico de la ciudad, el sector centro es una de las zonas más importantes de la ciudad puesto que es una de las zonas más comerciales de la ciudad; la presencia de instituciones educativas; instalaciones importantes como el edificio de la gobernación de Boyacá, edificio del Palacio municipal, edificio de la lotería de Boyacá; parques principales como la plaza de Bolívar, parque las nieves, bosque de la república, entre otros.

En este sector se encuentran ubicados los siguientes barrios y micro-barrios:

- Maldonado
- Las nieves
- San Ignacio
- Centro
- Popular
- Lidueña
- Santa Bárbara
- El bosque
- San Laureano
- Consuelo
- Parque de los mártires
- Aquimín
- Suarez Rendón

Cabe resaltar que en este sector no se presentaron todas las capas expuestas en la resolución 1067 de 2015, por lo cual las capas levantadas en esta zona, sobre cada uno de los corredores viales son:

- Tramovia
- Tipo terreno
- Sección transversal
- Intersección
- Daño rígido
- Daño flexible
- Separador
- Muro
- Señal vertical
- Señal horizontal
- Paramentos
- Sitio crítico de accidentalidad

5.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de la información recolectada en el trabajo de campo se basa principalmente en la creación de hojas de cálculo de atributos con las longitudes y abscisas de cada punto o línea georreferenciado y shapes las cuales son generadas por el software ArcGis, a continuación, se describen los lineamientos a seguir:

5.5.1 Descarga de Datos.

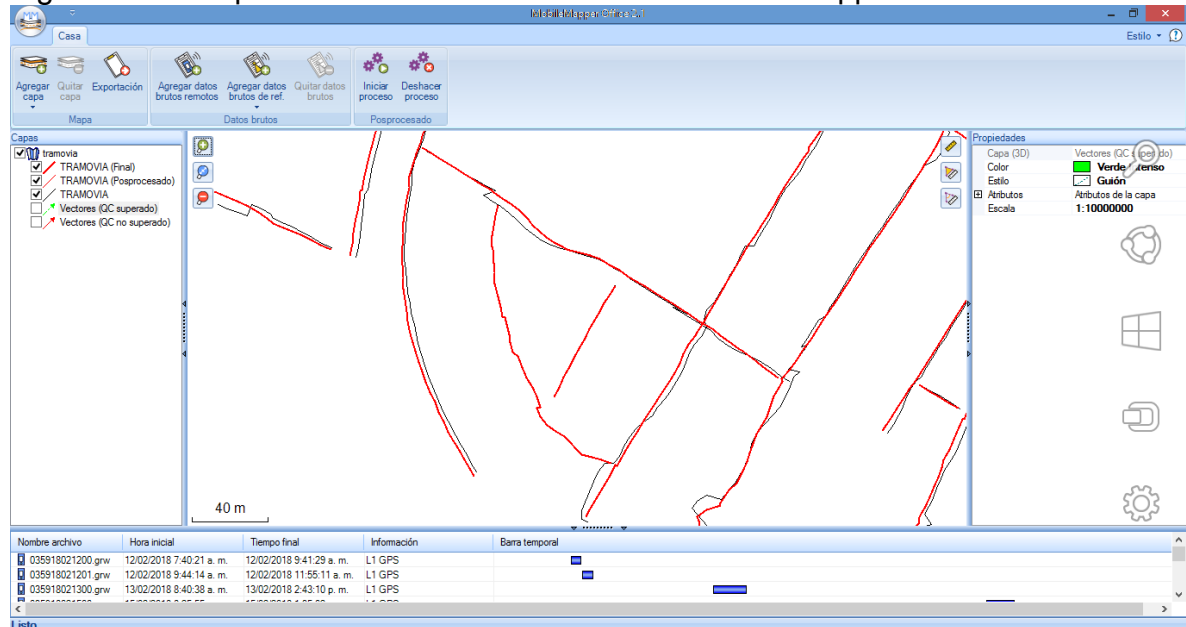
Realizado el trabajo de campo mediante los diferentes equipos GPS utilizados, se extrae la información a una computadora donde se verifica que se encuentren todas las capas creadas en los equipos.

5.5.2 Pos-proceso.

Este paso se realiza únicamente para la información recolectada en el GPS MobileMapper 10 en el cual mediante el software propio del equipo MobileMapper Office 2.1 se realiza una corrección de posición y suavizado de la capa

01_TRAMOVIA utilizando los datos RIMAX de la estación TUNA del Instituto geográfico Agustín Codazzi.

Figura 10. Pos-proceso de información - software MobileMapper Office 2.1.



Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Proyección de coordenadas.

Antes de realizar este procedimiento se verifica que todos los archivos estén en formato Shape, los datos recolectados se presentaban en el sistema WGS 84, debido a que la RESOLUCIÓN 1067 DE 2015 exige otro sistema se ejecutó la proyección de todos los datos al sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS con datum Magna Colombia Bogotá.

5.5.4 Calibración de la ruta.

Este proceso se basa en conocer la distancia de cada vía, la calibración ajusta mediciones de ruta utilizando puntos que contienen coordenadas de medición. Por medio de la herramienta Route Editing activa de ArcGIS se realiza la calibración de

cada una de las poli-líneas de la capa 01_TRAMOVIA, cabe resaltar que se debe conocer la longitud de cada vía.

5.5.4 Creación y edición de tablas de eventos.

Cada una de las capas se ejecutan por medio de la exportación de la información contenida en cada Shapefile a un archivo DBase, este archivo es editado en el software Excel donde se calcula y crea toda la información exigida en la resolución 1067 de 2015, esto se realiza con el fin de convertir los datos tomados en campo como puntos en líneas y cumplir con las capas que estén en formato LineString.

5.6 EDICIÓN DE PARAMENTOS

La creación de la capa 20_PARAMENTOS exigida por la oficina asesora de Planeación de la Alcaldía de Tunja es el punto base para la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial, esta capa contiene cada uno de los predios de la ciudad en donde se encuentra información como Paramento (es la suma de los datos tomados en campo de anchos de cuneta, separado, calzada, berma, andén, antejardín, zona verde, bahía, parqueadero), dirección, matrícula, estrato y uso predial, esta información debe ser comparada con el paramento exigido por el POT en cada una de las zonas de la ciudad.

6. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA

La estructuración de la base de datos georreferenciada se efectuó mediante los lineamientos plasmados en la resolución 1067 de 2015 y la oficina asesora de planeación para el caso de la capa de paramentos.

A continuación, se presenta la descripción de cada capa y los resultados obtenidos en la zona centro de la ciudad de Tunja:

6.1 CAPAS CONTENIDAS EN LA GEODATABASE

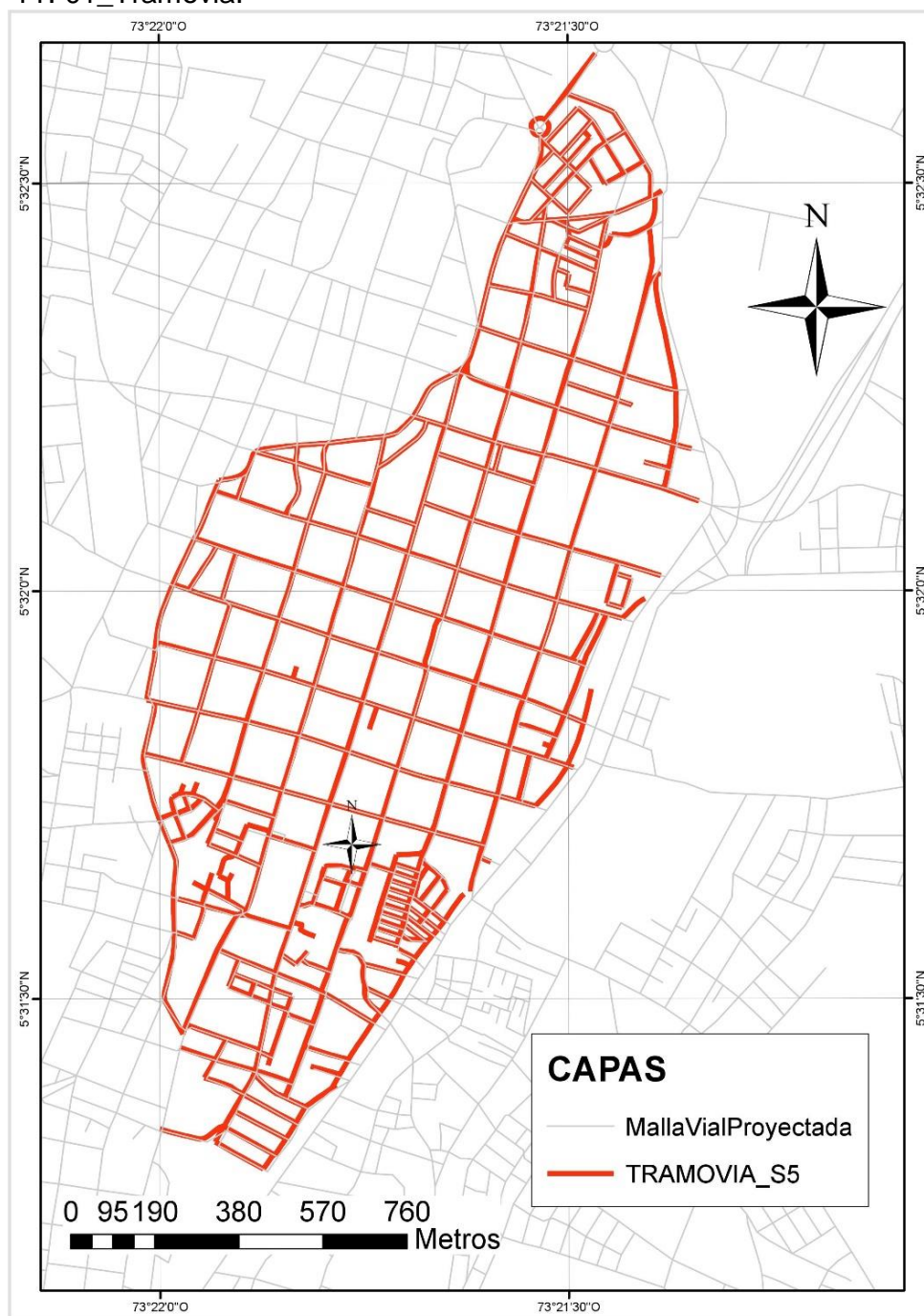
A continuación, se presenta una descripción de las capas de la resolución 1067 de 2015 tomadas en el sector 5, los mapas generados y un análisis de las características encontradas en la zona de trabajo. Es importante señalar que para la totalidad de las capas se pide una información base la cual es el código vía, código entidad, observaciones, municipio y departamento.

6.1.1 Tramovía.

Esta es la capa principal, puesto que es la capa base para el desarrollo de las otras capas establecidas en la resolución, dentro de los atributos de esta capa se encuentra: CODIGO VIA el cual es la nomenclatura actual de la vía, CODIGO ENT es la nomenclatura proyectada por la oficina asesora de planeación para la actualización del POT, LONGITUD de cada corredor vial, CODIGO EJ y CATEGORIA información evaluada por medio de la metodología del SINC y por ultimo información propia del sector como OBSERVACIONES, BARRIO, MUNICIPIO, DEPARTAMENTO.

A continuación, se muestra el mapa de ArcGis correspondiente a 01_TRAMOVIA, la cual cuenta con una longitud total de 35.7 km de 390 km aproximados de malla vial de toda la zona urbana de la ciudad de Tunja.

Figura 11. 01_Tramovia.



Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 Sección Transversal.

En esta capa se consigna principalmente las características geométricas de cada corredor vial como lo es el ancho de la calzada, el número de carriles, el ancho de cada carril, otra de la información relevante de esta capa es el tipo de superficie, esta capa cuenta con la información base como lo es el código vía, código entidad, observaciones, etc.

6.1.2.1 Tipos de superficie.

Se realiza un análisis de la capa de sección transversal a partir del tipo de superficie a lo largo los corredores viales.

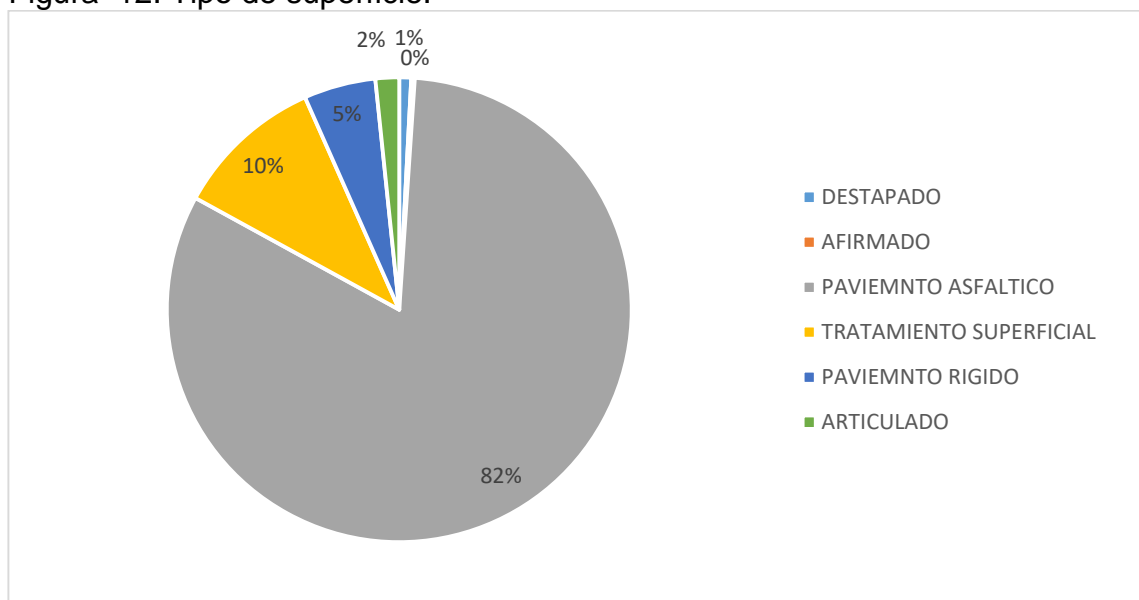
Tabla 4. Tipos de superficie encontrados

TIPO SUPERFICIE	COD	LONGITUD(m)	PORCENTAJE %
DESTAPADO	1	296.30	0.83
AFIRMADO	2	86.12	0.24
PAVIEMNTO ASFALTICO	3	29227.88	81.91
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	4	3700.23	10.37
PAVIEMNTO RIGIDO	5	1784.09	5.00
ARTICULADO	6	587.49	1.65
TOTAL		35682.19	100

Fuente: Elaboración Propia

Del diagrama anterior se observa que el sector estudiado presenta un gran porcentaje en pavimentos que permiten un estado de servicio aceptable si se encuentran en condiciones ideales, esto no indica que la malla vial se encuentre en buenas condiciones, por lo cual se plantea realizar una evaluación funcional de la zona de estudio.

Figura 12. Tipo de superficie.



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la geometría de los corredores viales basado en el ancho de carril se encuentra un gran diversidad de valores los cuales varían desde 1.3 m hasta un valor máximo de 18.1 m, se establecen rangos de 3.0 m para en el cual se permite ver los valores predominantes en la zona de estudio.

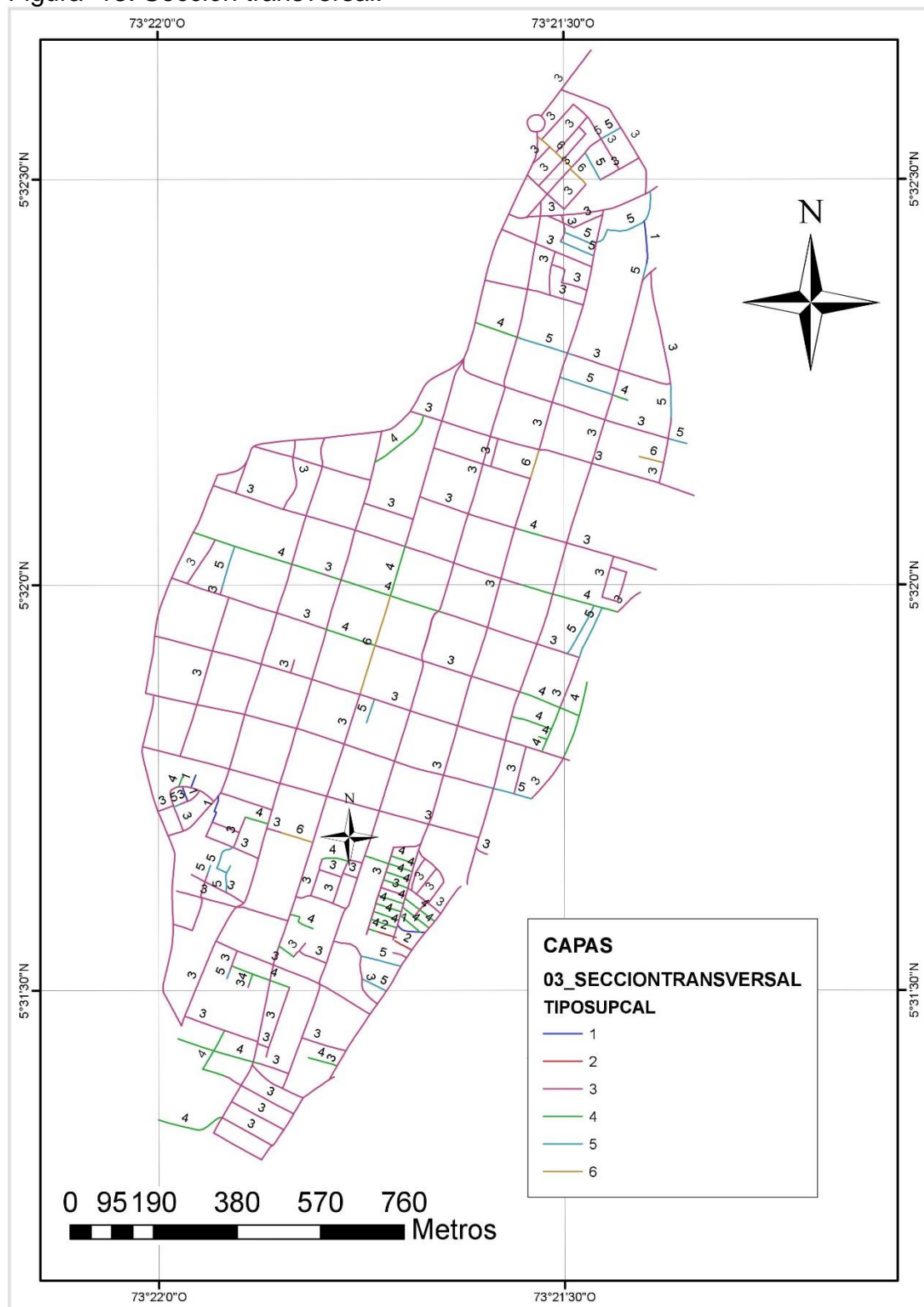
Tabla 5. Ancho de calzada

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD (m)	% PORCENTAJE
< 3	1605.20	4.47%
3 - 5.99	14073.10	39.23%
6 - 8.99	16758.55	46.71%
9 - 11.99	1620.16	4.52%
12 - 14.99	1328.00	3.70%
> 15	489.08	1.36%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior es posible observar que un 86% de los corredores viales correspondiente a 30.8 Km se encuentra en un rango de 3.0 m a 8.99 m, valores típicos de vías urbanas. En esta zona de estudio los valores mayores a 9.0 corresponden principalmente a la Av. Maldonado, Av. Colon y Av. Suarez Rendón.

Figura 13. Sección transversal.

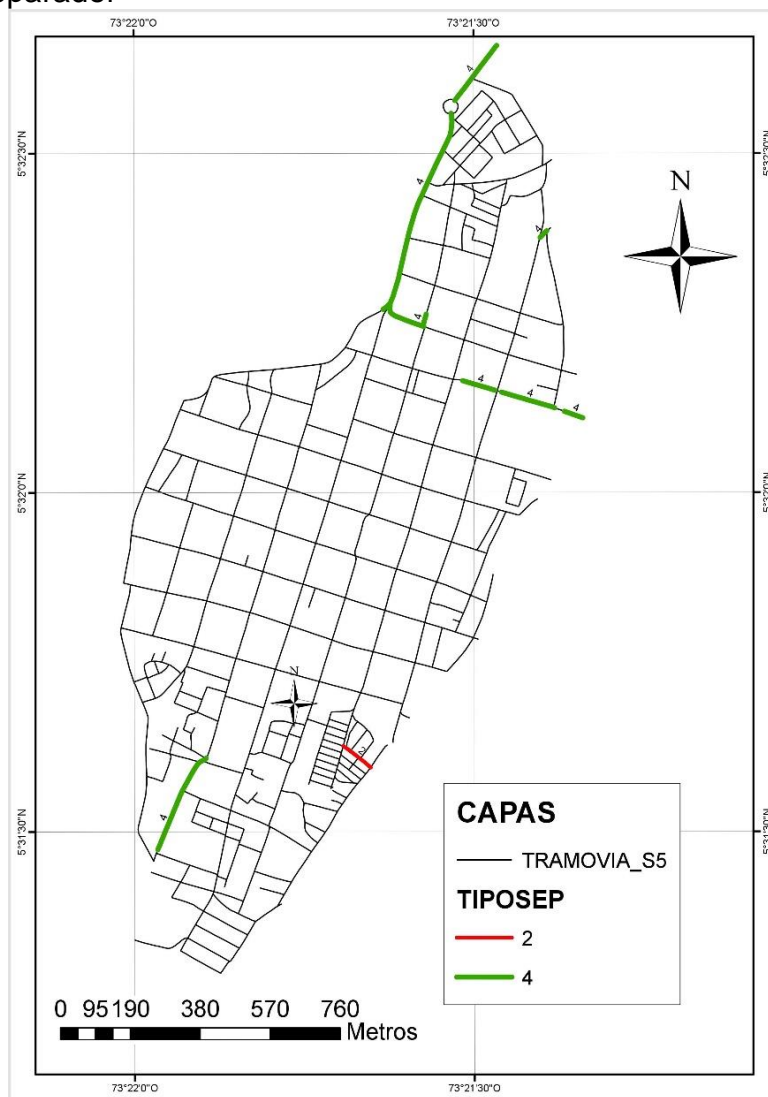


Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 Separador

Esta capa contiene como atributo principal el tipo de separador y su ancho, aparte cuenta con la información base que exige la resolución, en la información procesada se encuentra que a lo largo de la zona de estudio se presentaron 2 tipos que separadores; el separador tipo 2, el cual se describe como separador de barrera rígida, y el separador tipo 4, correspondiente a “otros”, en este caso se encuentra los separadores con superficie natural y para el caso de la KR 11 avenida Suarez Rendón se presenta un separador de calzadas el cual es aprovechado y acondicionado como ciclovía.

Figura 14. Separador



Fuente: Elaboración propia

6.1.3 Tipo Terreno.

La metodología planteada en la resolución 1067 de 2015 plantea los 4 tipos de terreno considerados en el manual de diseño geométrico, en el cual todo depende principalmente de la topografía predominante en cada uno de los corredores viales. Por lo cual se da la siguiente clasificación:

Tabla 6. Clasificación del tipo de terreno

TERRENO	TIPO	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
ESCARPADO	1	8	>8
MONTAÑOSO	2	6	8
ONDULADO	3	3	5
PLANO	4	0	3

Fuente: Elaboración propia

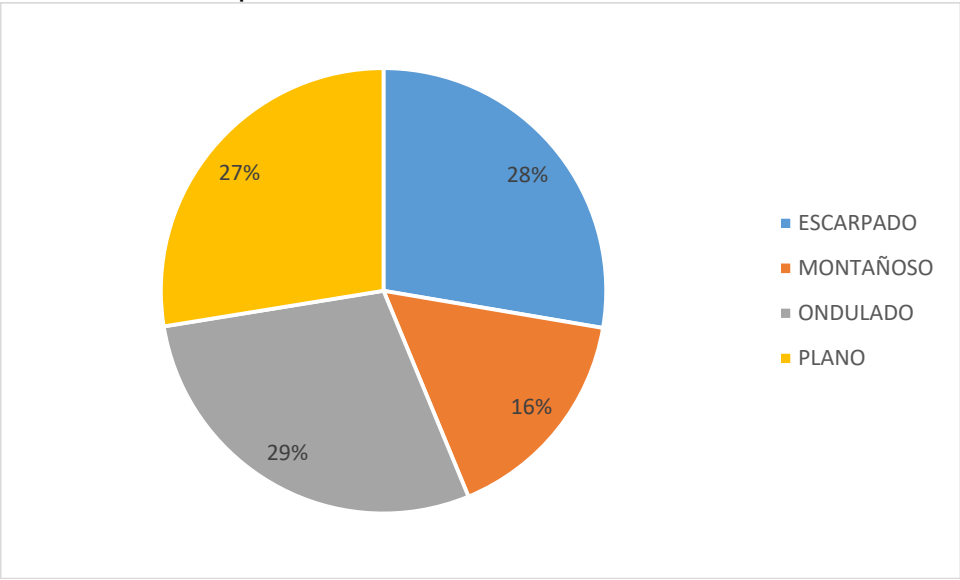
Dada la topografía evidente de la zona de estudio se presentan todos los tipos de terreno a lo largo de los corredores, es importante mencionar que para realizar el cálculo de la pendiente es posible utilizar dos metodologías, una de ellas es mediante la definición característica de pendiente utilizando las coordenadas X, Y Z tomadas en los equipos GPS; la otra metodología es exportando la capa de Trámvia a un archivo tipo KMZ e importar estos datos a el software Google Earth Pro, en el cual por medio de la herramienta de perfil de elevación e información propia del software es posible conocer la pendiente tanto en un punto exacto como la pendiente promedio de un tramo de vía.

Tabla 7. Tipo de terreno sector centro

TERRENO	COD	LONGITUD(m)	PORCENTAJE %
ESCARPADO	1	9817.1696	28%
MONTAÑOSO	2	5711.6652	16%
ONDULADO	3	10172.932	29%
PLANO	4	9778.5081	28%
TOTAL		35682.19	100%

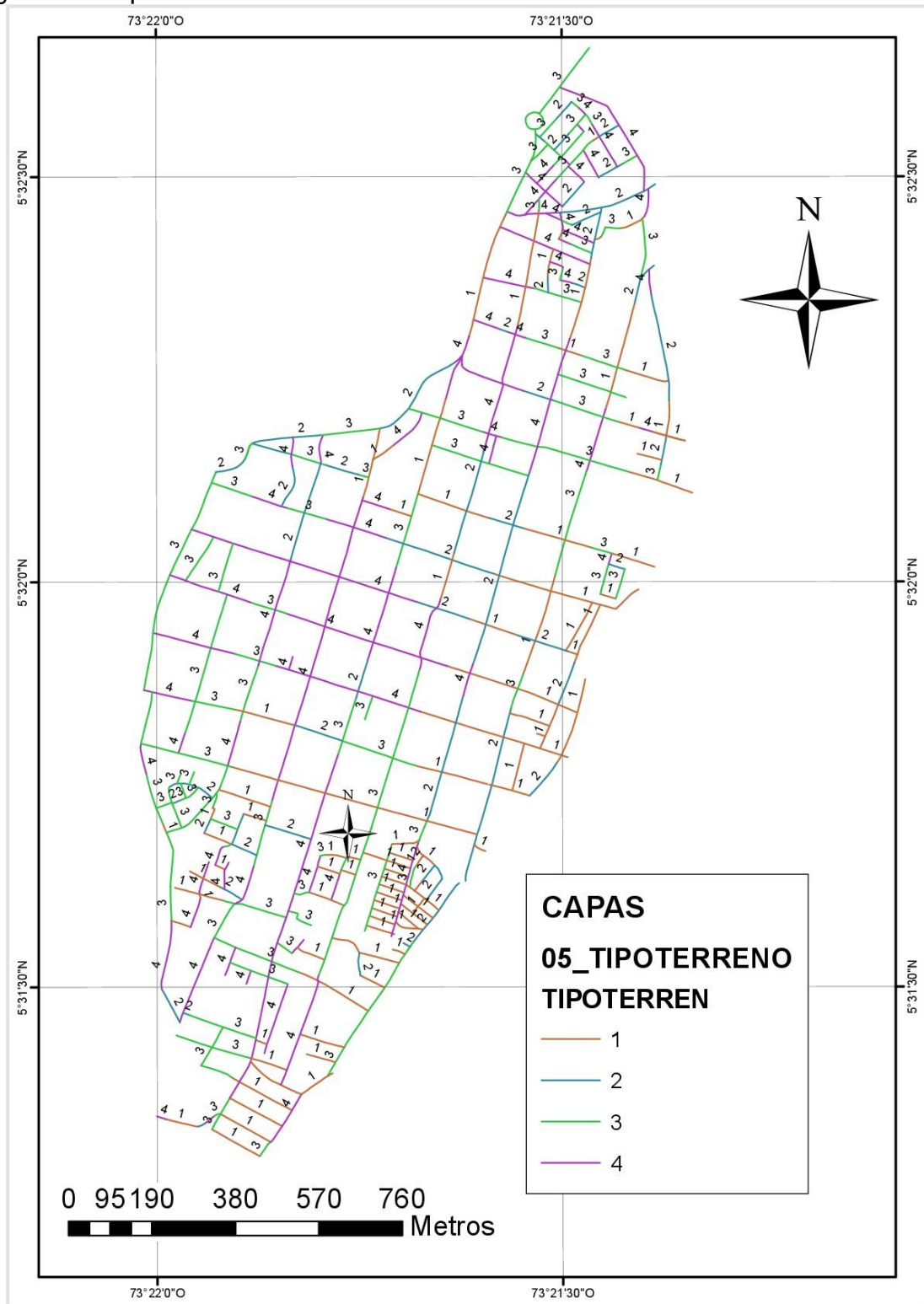
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Resultados tipo terreno.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Tipo terreno

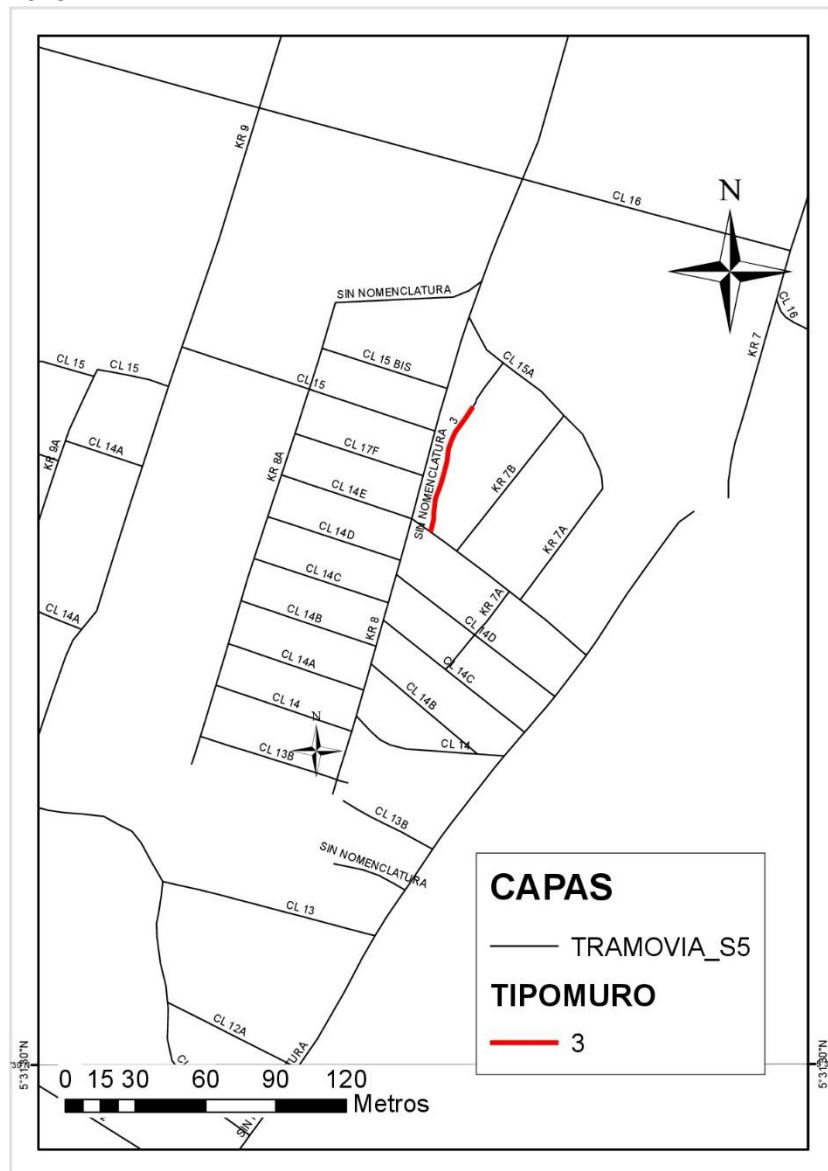


Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Muro.

La información principal solicitada en esta capa corresponde principalmente a las características geométricas del muro como lo es el ancho de corona, ancho de cimentación, altura y longitud. Para el caso de la zona de estudio solo se presenta un muro tipo 3 correspondiente según la resolución 1067 de 2015 a un muro de concreto ciclópeo en corona, ubicado al costado derecho sentido S-N en la Kr 8 con Cl 15ª.

Figura 17. Muro



Fuente: Elaboración propia

6.1.5 Intersección.

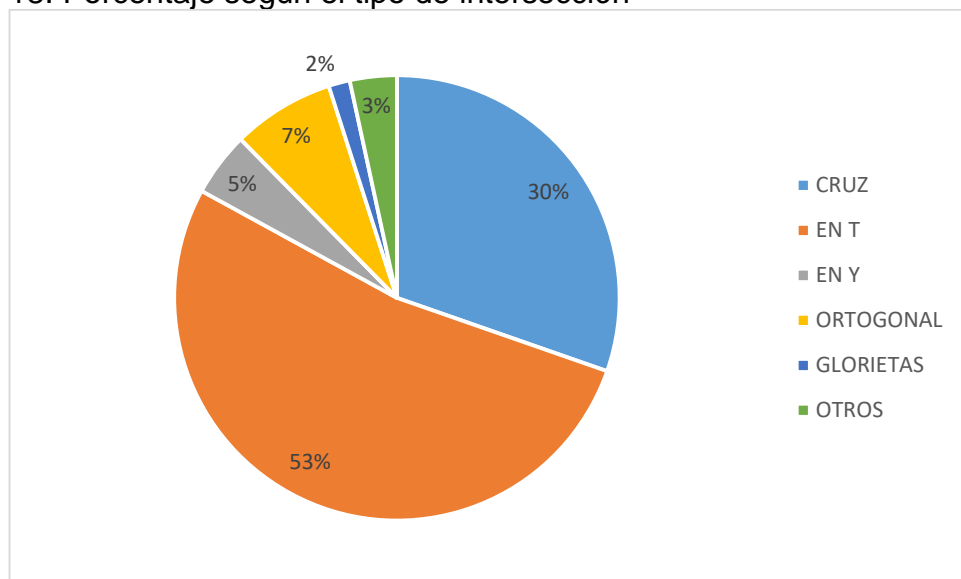
En el sector de estudio se encuentra un total de 316 intersecciones en donde predominan la intersección en T con un total de 170 intersecciones correspondiente al 53.8% y la intersección tipo CRUZ con 98 intersecciones a lo que corresponde el 31.0%. Otros factores a evaluar es la condición de alumbrado y semaforización en donde se encuentra que en el 100% de las intersecciones se presenta alumbrado y tan solo el 3.4% de las intersecciones presenta semaforización con un total de 11 semáforos.

Tabla 8. Tipo de intersección

TIPO DE INTERSECCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD	PORCENTAJE
CRUZ	1	98	30.3%
EN T	2	170	52.6%
EN Y	4	15	4.6%
ORTOGONAL	5	24	7.4%
GLORIETAS	6	5	1.5%
OTROS	9	11	3.4%

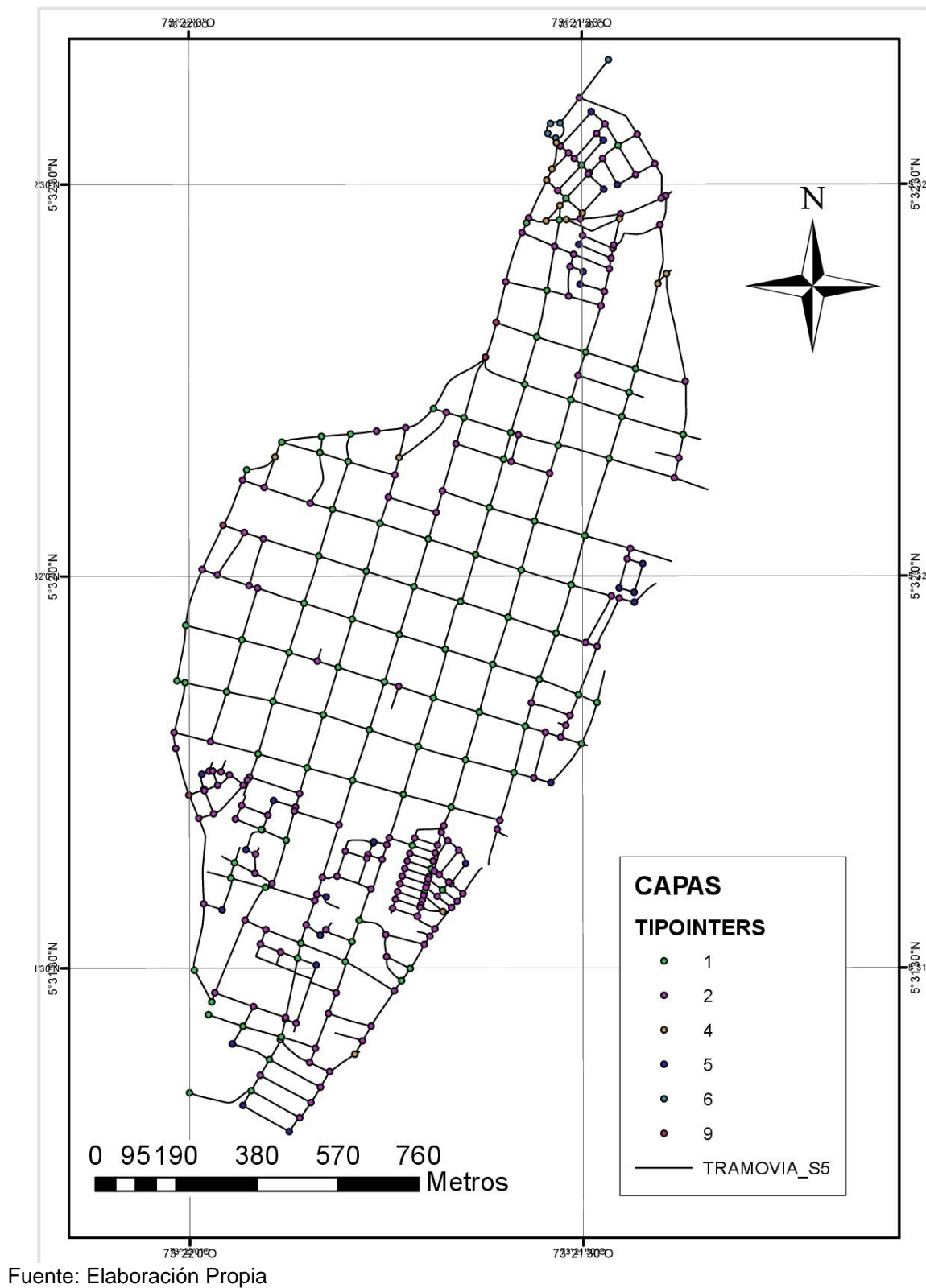
Fuente: Elaboración Propia

Figura 18. Porcentaje según el tipo de intersección



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Intersecciones



6.1.6 Señal Vertical.

A lo largo del sector centro se encontraron un total de 336 señales verticales distribuidas en ambos costados de la vía, del total de las señales se encuentra que en aproximadamente el 60% de las señales se encuentra la fecha de instalación y el número de contrato. Dentro de la capa se dispone el campo de observaciones en el cual se establece el estado de la señal.

Figura 20. Estado de señal vertical



Fuente: Elaboración Propia

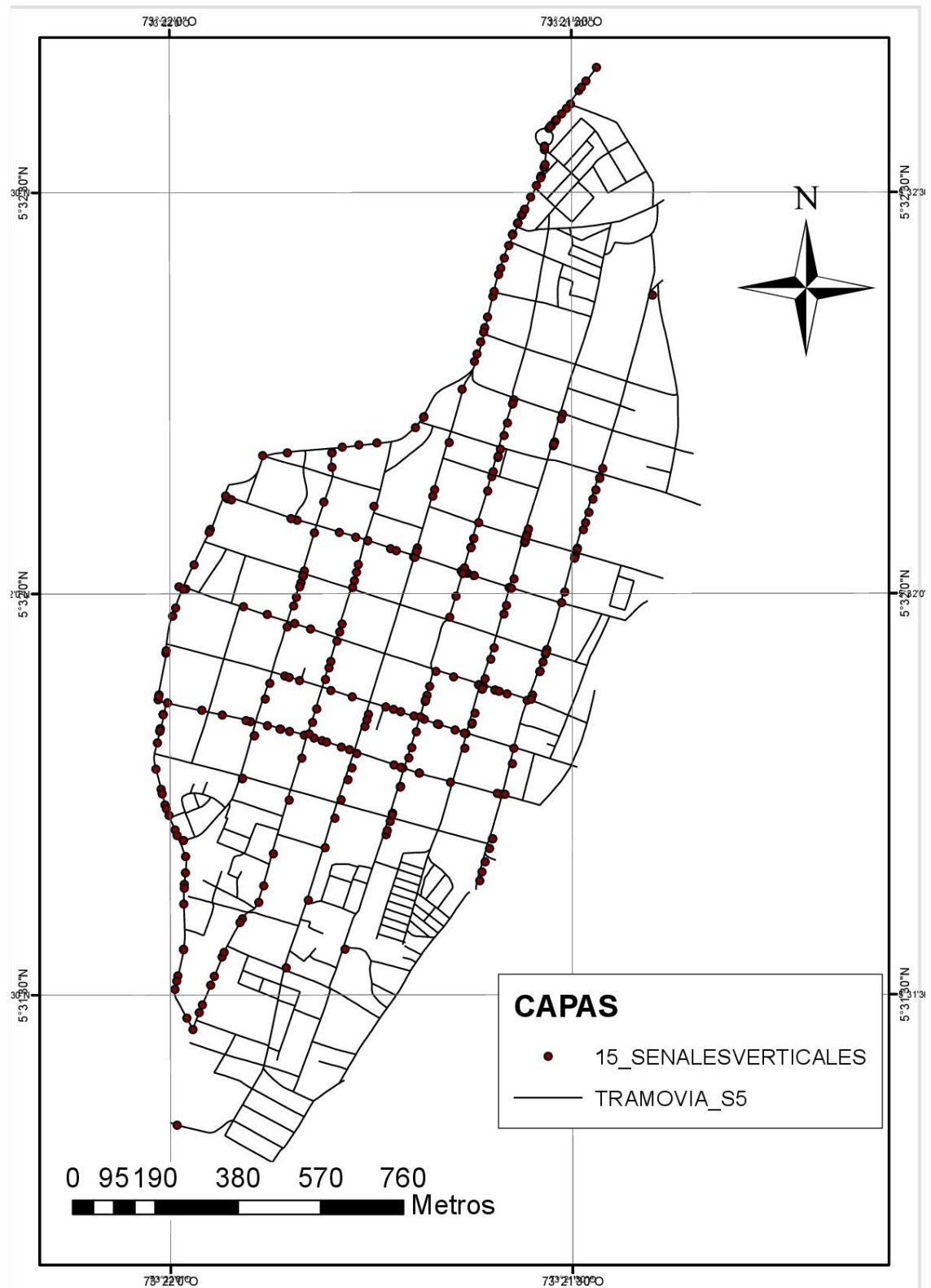
Teniendo en cuenta el criterio expuesto en la figura 20. Se obtiene que el 64% de las señales encontradas en el sector de estudio se presentan en buenas condiciones; el 18.2% en condiciones regulares, es decir que se presenta cierto grado de deterioro pero es posible leer la señal y un 17.9% en donde se considera la señal en mal estado, debido a que estas presentan características fuertes de deterioro, lo cual genera gran dificultad para su lectura o que sea imposible interpretar la señal.

Tabla 9. Estado de señales verticales

ESTADO DE SEÑAL	CANTIDAD	PORCENTAJE
BUENO	215	64.0%
REGULAR	61	18.2%
MALO	60	17.9%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21. Señal Vertical

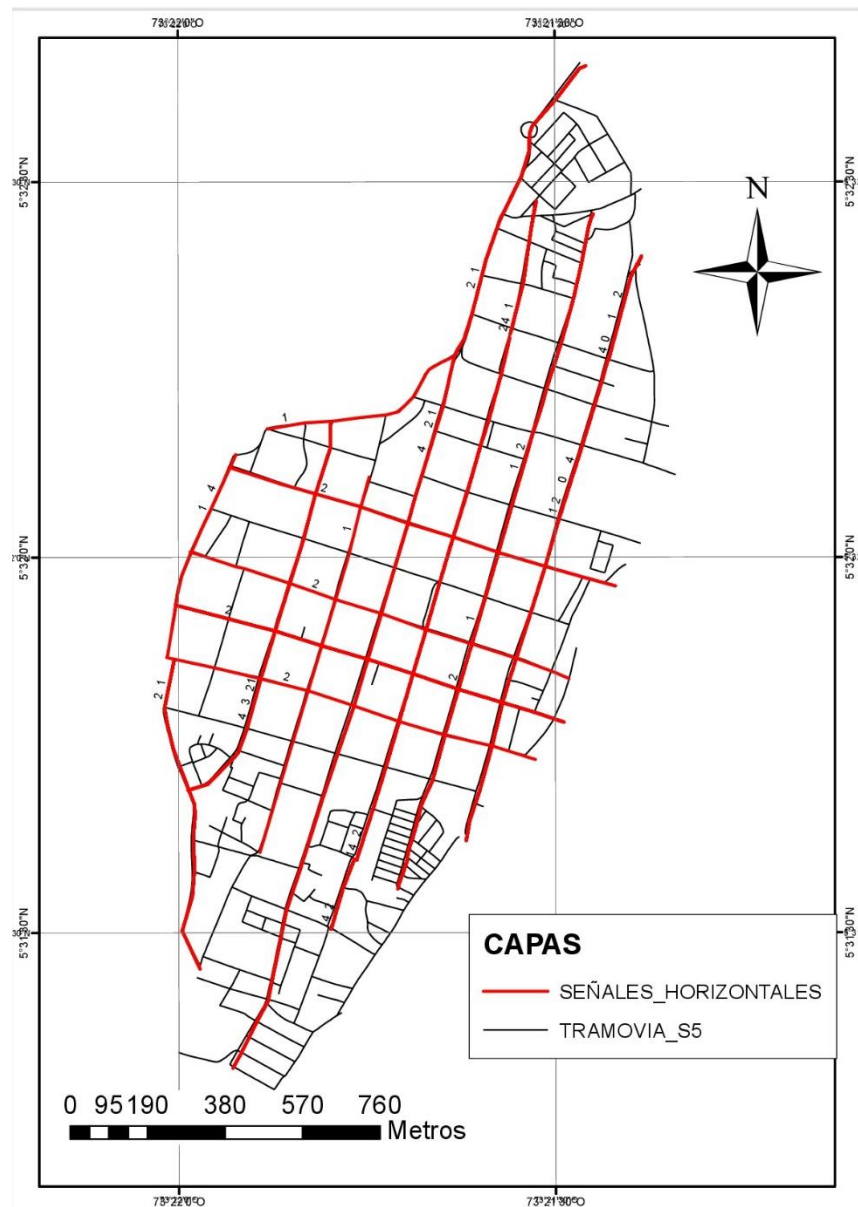


Fuente: Elaboración Propia

6.1.7 Señal Horizontal.

A lo largo del sector centro se encuentra un gran porcentaje de demarcación de los corredores viales estudiados correspondiente al 65% de la longitud total de la malla vial estudiada. Las señales más comunes son las cebras y pasos peatonales, flechas de sentido de circulación, líneas continuas y segmentadas, resaltos de disminución de velocidad.

Figura 22. Señal Horizontal



Fuente: Elaboración Propia

6.1.8 Daño Flexible.

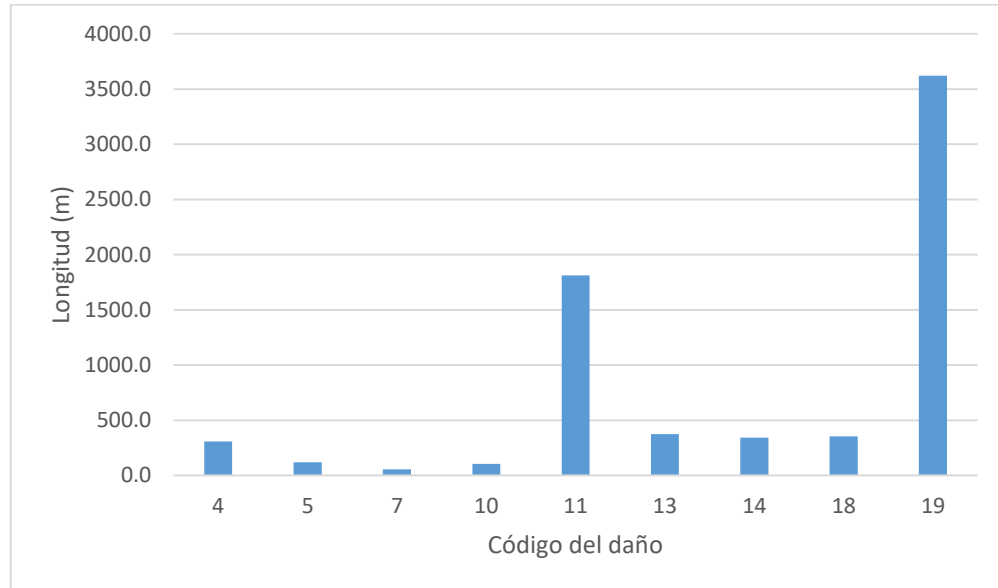
Para realizar la identificación de los daños se utilizó el manual formulado por el INVIAS para pavimentos flexibles, en el sector centro se encontraron 7.1 km con presencia de daños en pavimentos flexibles correspondiente a un porcentaje del 20% del total de la malla vial, en donde se tipifica un daño predominante en el sector centro, las fisuras tipo piel de cocodrilo representan un 51% del total de los daños encontrados; la causa más frecuente se presenta por la fatiga de la estructura de la carpeta asfáltica lo cual se debe principalmente a la insuficiencia en el espesor de la estructura de pavimento respecto a los volúmenes de tránsito, para la zona centro se presenta tráfico vehicular alto puesto que en esta zona se presentan los principales polos de atracción (entidades gubernamentales, centros comerciales, instituciones educativas, etc.) de la ciudad. Otra causa importante por mencionar son los sistemas de drenaje y la compactación de las capas granulares y/o asfálticas, esta zona se caracteriza por tener redes de drenaje antiguas y sistemas de túneles subterráneos los cuales son factores que afectan el estado y construcción de la malla vial; la principal solución es la constante recuperación de la capa de rodadura la cual no permita el deterioro extremo de las bases granulares. A continuación, se muestran el tipo de daño, su longitud a lo largo del corredor vial y el porcentaje.

Tabla 10. Daño flexible sector 5

DAÑO	CÓDIGO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
ABULTAMIENTOS	4	307.5	4.3%
DESPLAZAMIENTO DE BORDE	5	119.8	1.7%
DEPRESIONES O HUNDIMIENTOS	7	55.1	0.8%
DESPRENDIMIENTO DE BORDE	10	103.4	1.5%
PERDIDA DE LIGANTE	11	1810.7	25.6%
FISURAS LONGITUDINALES	13	372.9	5.3%
FISURAS TRANSVERSALES	14	341.0	4.8%
FISURAS EN BLOQUE	18	354.8	5.0%
FISURAS PIEL DE COCODRILO	19	3620.8	51.1%

Fuente: Elaboración Propia

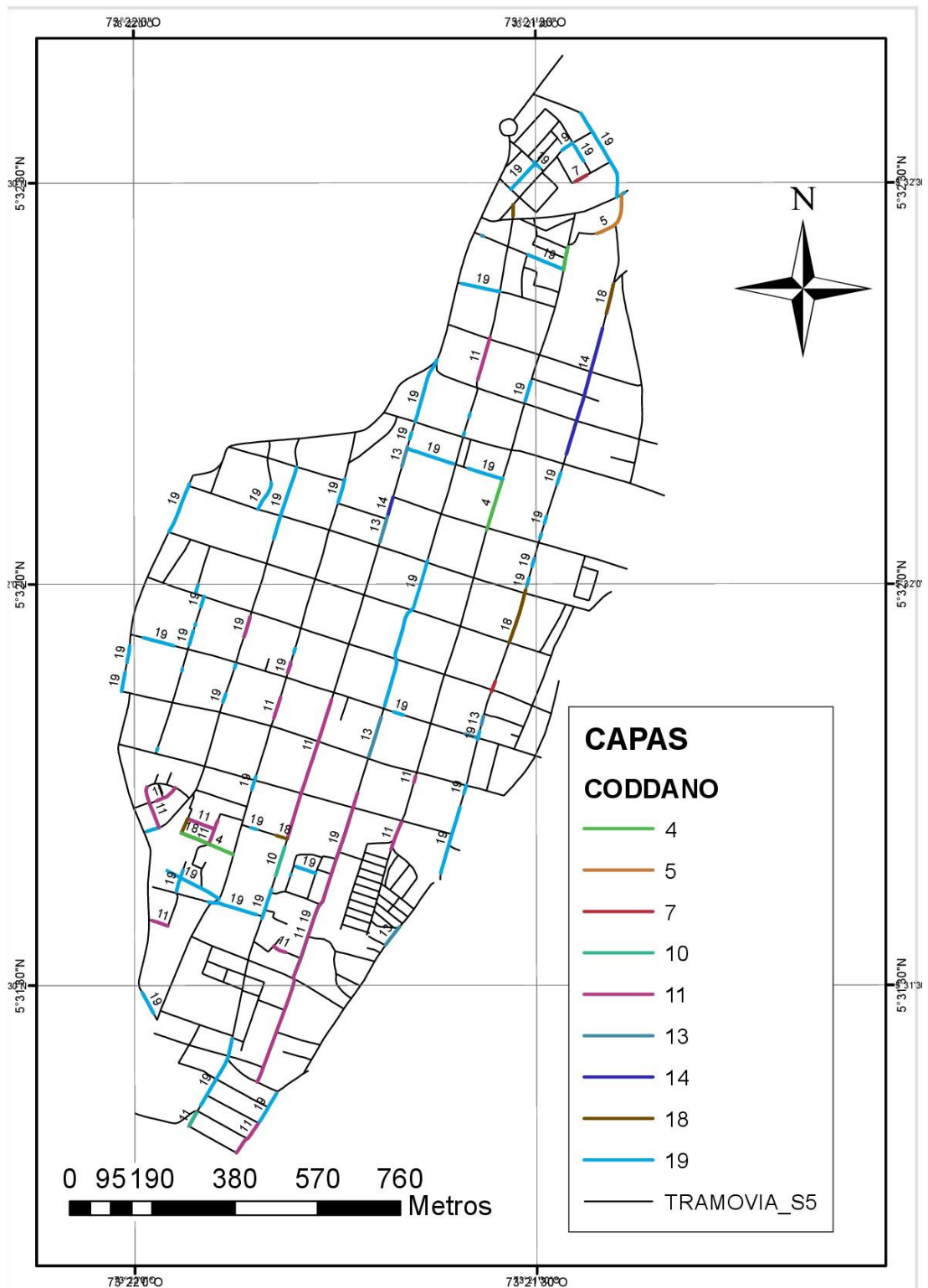
Figura 23. Daño Flexible



Fuente: Elaboración Propia

Otro de los daños considerables es la pérdida de ligante, el cual es un desgaste superficial de la capa de rodadura que se presenta por un deterioro natural del pavimento principalmente dependiendo la edad de la estructura de pavimento, puede generarse también por la falta de adherencia del asfalto con los agregados, la dosificación deficiente de asfalto en la mezcla, una acción intensa del agua u otros agentes abrasivo o acciones propias del tránsito.

Figura 24. Daño Flexible



Fuente: Elaboración Propia

6.1.9 Daño Rígido.

Para realizar la identificación de los daños se utilizó el manual formulado por el INVIAS para pavimentos rígidos, en el sector centro se encontraron 1.13 km con presencia de daños en pavimentos rígidos correspondiente a un porcentaje del 3.2% del total de la malla vial, en donde se encontró un daño predominante en el sector centro, las grietas en bloque representan un 73.7% del total de los daños encontrados, la principal causa de fracturación múltiple, es la repetición de cargas pesadas produciendo fatiga del concreto, el equivocado diseño estructural y las deficientes condiciones de soporte. Como se mencionó en el análisis del daño flexible predominante se establece la relación directa con el alto tráfico, los malos sistemas de drenajes y la presencia de túneles subterráneos en la zona, dado el grado de severidad que presente el daño la solución a este problema se enfoca principalmente en el reemplazando longitudinal y transversal de toda la zona afectada y la reconstrucción de las juntas de contracción.

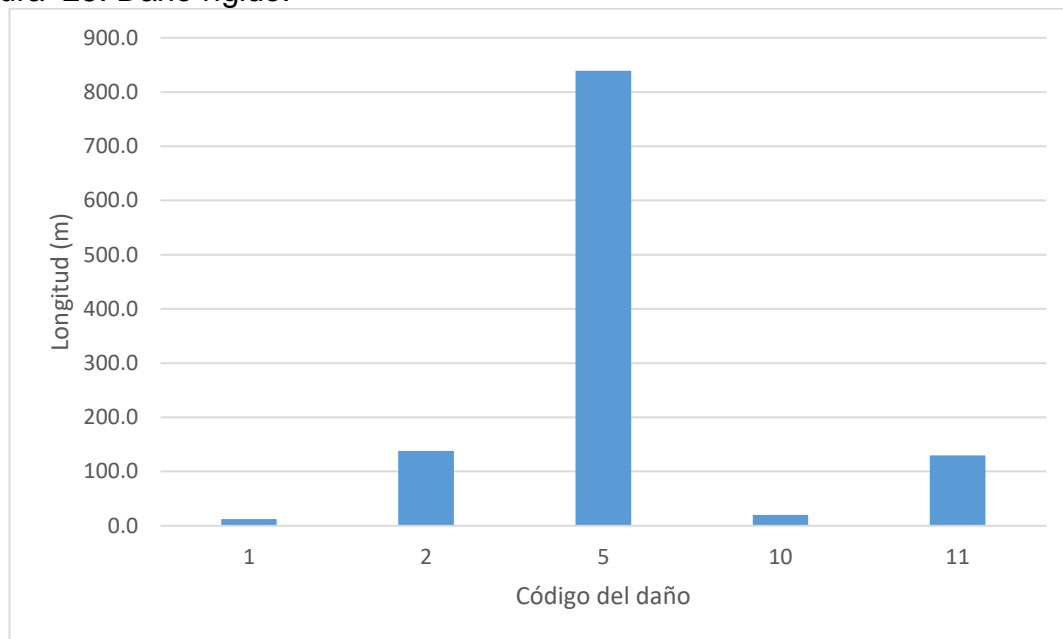
A continuación, se muestran el tipo de daño, su longitud a lo largo del corredor vial y el porcentaje.

Tabla 11. Daño rígido sector 5

DAÑO	CÓDIGO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
GRIETAS DE ESQUINA	1	12.0	1.1%
GRIETAS LONGITUDINALES	2	138.0	12.1%
GRIETAS EN BLOQUE	5	839.5	73.7%
DESCASCARAMIENTO	10	20.0	1.8%
DESINTEGRACION	11	129.5	11.4%

Fuente: Elaboración Propia

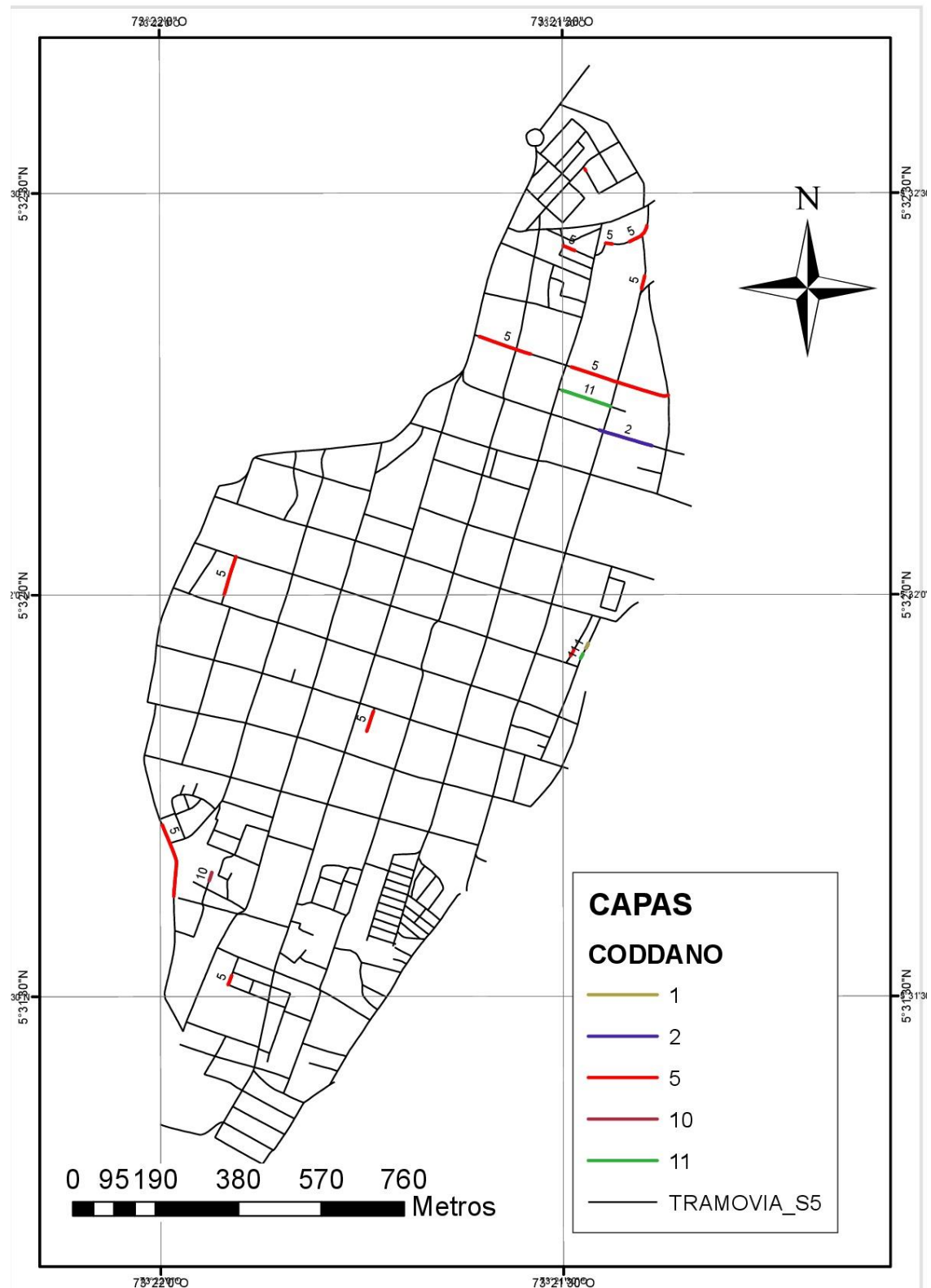
Figura 25. Daño rígido.



Fuente: Elaboración Propia

La presencia de los otros tipos de daños se debe a causas propias de los volúmenes de tránsito y la edad útil del pavimento.

Figura 26. Daño Rígido



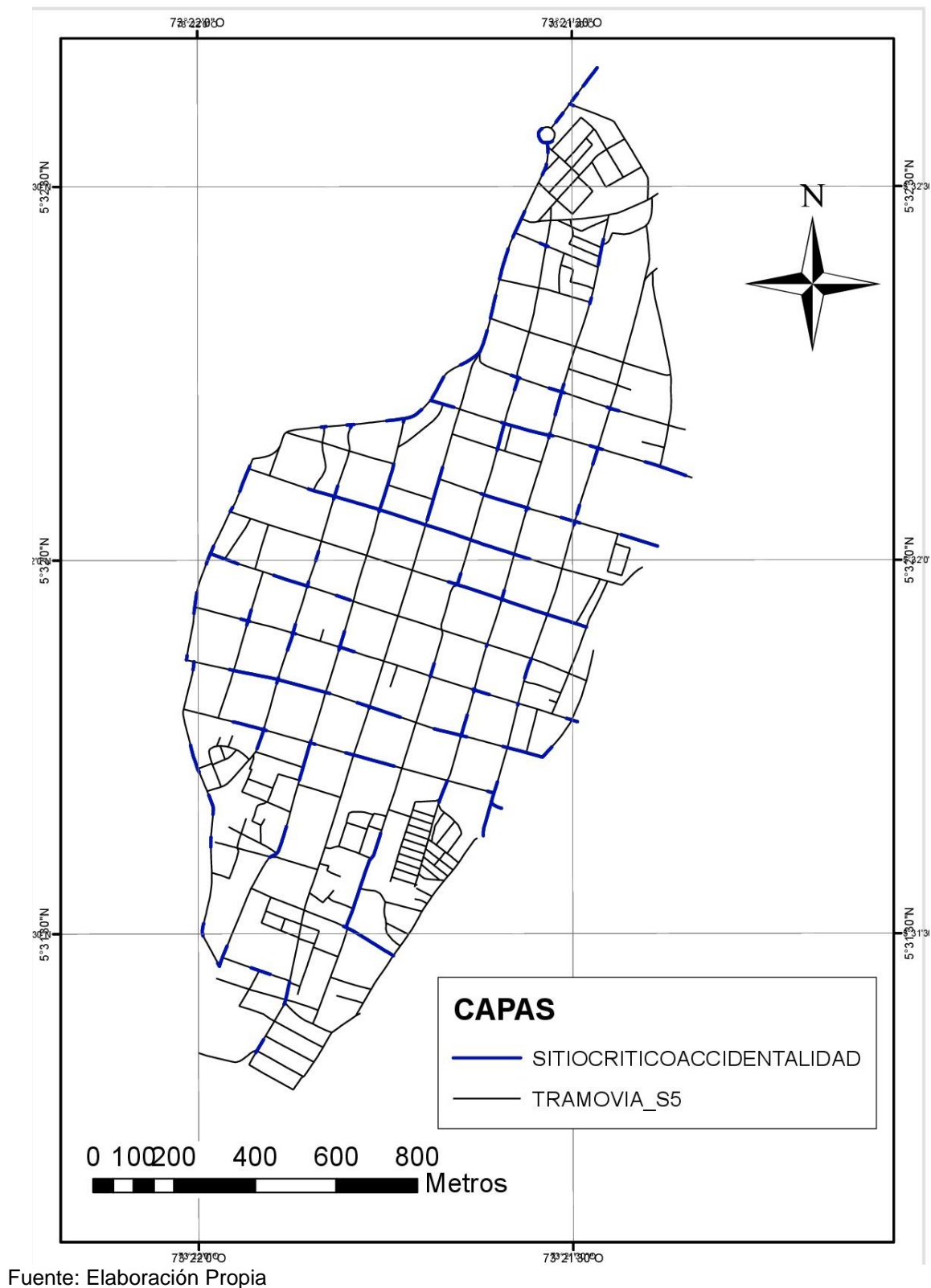
Fuente: Elaboración Propia

6.1.10 Sitio Crítico De Accidentalidad.

Esta capa se realiza a partir de la información suministrada por la secretaria de transito de la ciudad de Tunja, con información de los años 2015, 2016, 2017 y los primeros meses del 2018, en esta capa se busca identificar zonas comunes de accidentes y a partir de información suministrada, buscando dar una descripción de los problemas presentados. Cabe resaltar que la información del estado de la malla vial según la secretaria de transito se encuentra en buenas condiciones, por lo que en todas las hipótesis planteadas se encuentra que los accidentes se presentan por imprudencia de conductores, ciclistas y peatones. La información suministrada por la secretaria de transito consta de la siguiente información.

- Año, fecha, hora, mes, día.
- Dirección
- Gravedad, clase
- Sector, zona
- Diseño, geometría, calzadas, carriles
- Superficie, estado, condiciones
- Iluminación, semáforo, señales verticales, señales horizontales
- Visibilidad
- Sexo, edad
- gravedad1
- Embriaguez
- Inmoviliza
- Acompañante
- Clase de vehículos, tipo de vehículos, modalidad
- Heridos
- Hipótesis, observaciones
- Latitud
- Longitud

Figura 27. Sitio Crítico de accidentalidad



6.1.11 Paramentos.

Esta capa como se ha mencionado anteriormente constituye a un parámetro extra que solicita la oficina asesora de planeación, en búsqueda de una base de datos que permita conocer los paramentos de cada uno de los predios urbanos de la ciudad de Tunja, en esta capa se encuentra un tipo de información privada, como lo es el código de manzana, código predial, nombre del titular, matrícula predial y dirección, la cual es retirada del shape por solicitud expresa de la Alcaldía Mayor de Tunja, puesto que es información exclusiva de este ente gubernamental. Teniendo en cuenta lo anterior, la información principal es anchos de separador, berma, cuneta, calzada, andén, antejardín, zona verde, bahía y zona de parqueo. . El valor de paramento de cada predio es la sumatoria de cada uno de los parámetros nombrados anteriormente.

Es importante mencionar que en el shape ya se encuentra plasmada la información proyectada por la Alcaldía Mayor de Tunja de zonas del centro de la ciudad, las cuales se contempla intervenir dentro de la ejecución del contrato PLAN BICENTENARIO.

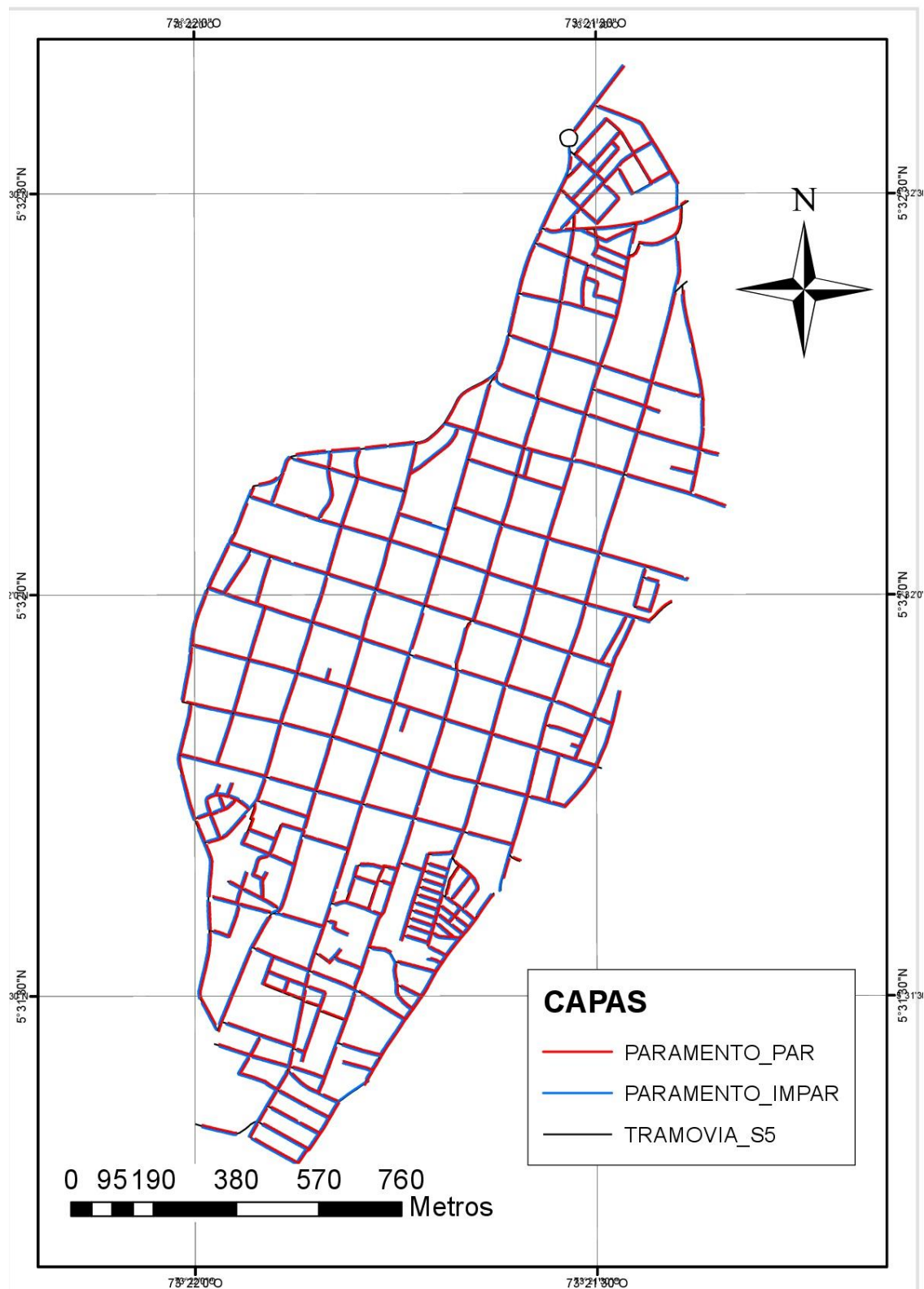
6.1.11.1 Paramentos lado 1.

Los datos registrados en paramento 1 corresponden al lado derecho de la vía teniendo asignación al trabajo de norte- sur y de oriente a occidente. Se localiza un total de 2563 predios en el cual se encuentran usos de suelos de varias índoles en donde predominan los usos residenciales y comerciales. Se encuentra un valor mínimo de paramento de 0.9 m y un valor máximo de 18.8 m.

6.1.11.2 Paramentos lado 2.

Los datos registrados en paramento 2 corresponden al lado izquierdo de la vía teniendo asignación al trabajo de norte- sur y de oriente a occidente. Se localiza un total de 2361 predios en el cual se encuentran usos de suelos de varias índoles en donde predominan los usos residenciales y comerciales. Se encuentra un valor mínimo de paramento de 0.75 m y un valor máximo de 20.55 m.

Figura 28. Paramentos



Fuente: Elaboración Propia.

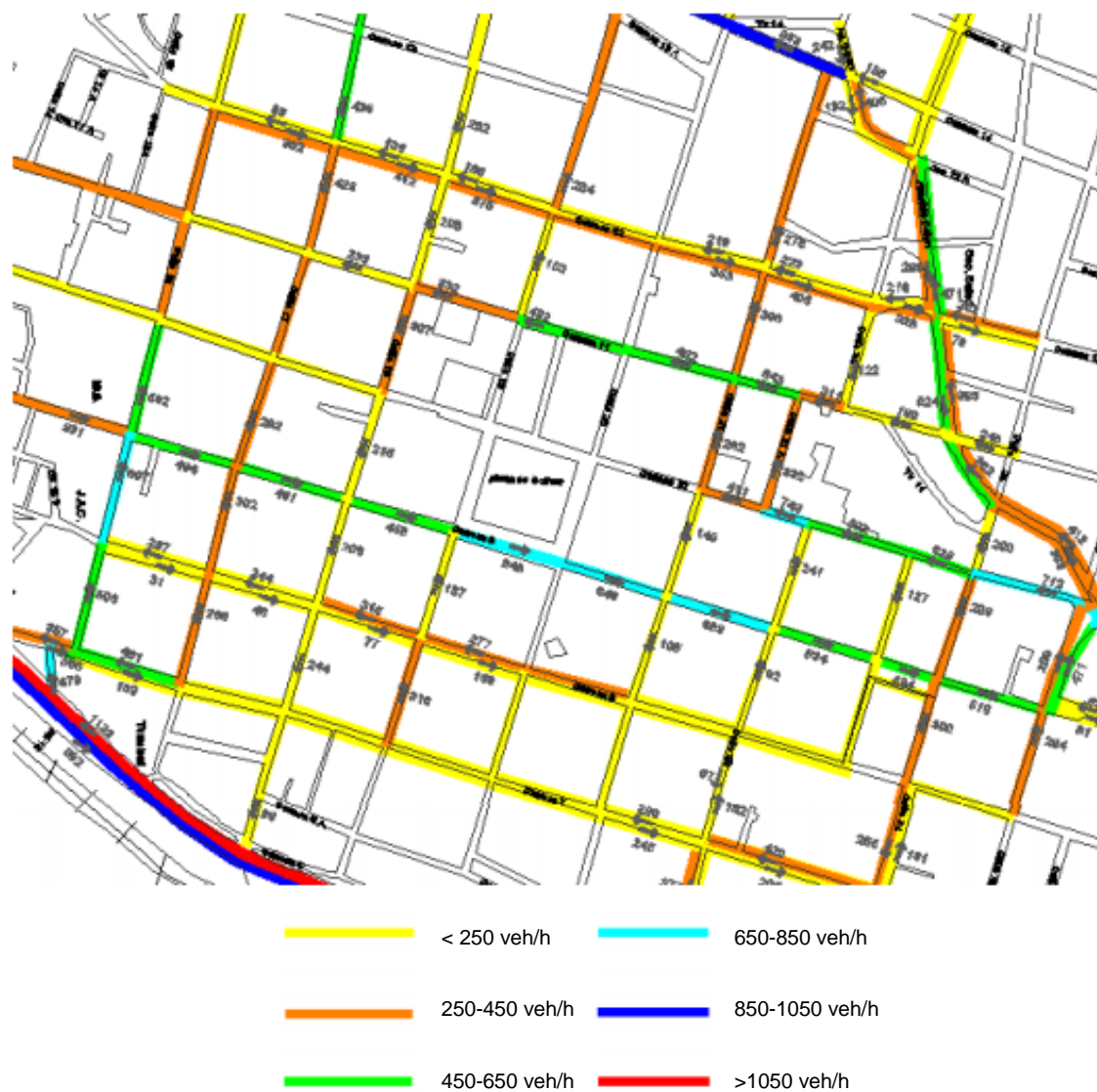
7. TRANSITO Y MOVILIDAD ZONA CENTRO DE TUNJA

Como se mencionó anteriormente la principal causa de afectación de los corredores viales de esta zona es el alto flujo vehicular, es por esta razón que se busca identificar los corredores viales con mayor volumen de tráfico automotor los cuales permitan relacionar directamente los tipos de daños en las estructuras de pavimentos, el anexo E. se basa en el Estudio de Movilidad de Tunja (2012) realizado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en convenio con la Alcaldía Mayor La movilidad de Tunja, tiene su base en el sistema de vías arterias principalmente por los corredores de la avenida oriental y avenida norte, así como la avenida Maldonado, la avenida Colón, la avenida universitaria y carrera 16 entre otras. Con respecto a la zona centro, la ciudad cuenta con una red vial orientada en sentido norte – sur, con vías como la carrera 9, carrera 12, y carrera 14 que tienen flujos vehiculares significativos, mientras que en el sentido transversal se encuentran vías importantes pero cortas como la calle 16 y calle 24 en el cual se establece las principales zonas de movilidad de la ciudad.

Otro de los puntos clave de la zona de estudio es la glorieta norte, es la intersección de la ciudad que recibe mayor volumen vehicular, con un flujo total de más de 3.000 veh/h en el periodo de máxima demanda. La intersección de la glorieta es uno de los puntos críticos para la movilidad de la ciudad, pues es el paso casi obligado para conectar el norte de la ciudad con el centro y sur.

Es importante mencionar que el 92% del flujo vehicular en la zona de estudio se presenta a través de vehículos livianos (autos, taxi y buses) con una participación bastante considerable del 68% de transporte público. El comportamiento vehicular es similar a lo largo de los años, con una proyección de crecimiento acelerado en los volúmenes de tránsito.

Figura 29. Volúmenes de transito centro de la ciudad



Fuente: Alcaldía Mayor de Tunja, estudio de movilidad, 2012.

8. EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LA MALLA VIAL DE LA ZONA CENTRO DEL SECTOR URBANO DE TUNJA – BOYACÁ CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI

8.1 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DIAGNOSTICOS

El cálculo del PCI (Pavement Condition Index) se basa en los resultados de un estudio visual de la condición del pavimento en el que se identifican el tipo, la extensión y la severidad del daño.

El PCI se desarrolló para proveer un índice que representará la integridad estructural y la condición superficial. La información de daños obtenida como parte del estudio de la condición superficial, necesaria para el cálculo del PCI, provee una visión de las causas de los deterioros y permite determinar si las fallas de un segmento son producidas por las cargas o por el clima

La metodología para calcular el PCI introduce los “valores deducidos” como un factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación de la combinación del análisis del daño obtenida de la medición de la clase de daño, nivel de severidad y su extensión.⁶

8.1.1 Tipos de daño en pavimentos flexibles

Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cuatro categorías:

Fisuras

- ✓ Fisuras: Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT)
- ✓ Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT).
- ✓ Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT)
- ✓ Fisuras en medialuna (FML)

⁶ Consorcio de diseños viales, METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICOS, Bogotá, 2014 pp. 5-6.

- ✓ Fisuras de borde (FBD).
- ✓ Fisuras en bloque
- ✓ Piel de cocodrilo
- ✓ Fisuración por deslizamiento de capas
- ✓ Fisuración incipiente

Deformaciones

- ✓ Ondulación (OND)
- ✓ Abultamiento (AB)
- ✓ Hundimiento (HUN)
- ✓ Ahuellamiento (AHU)

Pérdida de capas estructurales

- ✓ Descascaramiento (DC)
- ✓ Baches (BCH)
- ✓ Parche (PCH)

Daños superficiales

- ✓ Desgaste superficial (DSU)
- ✓ Pérdida de agregado (PA)
- ✓ Pulimento del agregado (PU)
- ✓ Cabezas duras (CD)
- ✓ Exudación (EX)
- ✓ Surcos (SU)

Otros daños

- ✓ Corrimiento vertical de la berma (CVB)
- ✓ Separación de la berma (SB)
- ✓ Afloramiento de finos (AFI)
- ✓ Afloramiento de agua (AFA)

8.1.2 Tipos de daño en pavimentos Rígidos

Los daños que presenta una estructura de pavimento rígido pueden ser clasificados en cuatro categorías:

Juntas

- ✓ Deficiencias del Sellado
- ✓ Juntas Saltadas
- ✓ Separación de la Junta Longitudinal

Grietas

- ✓ Grietas de Esquina
- ✓ Grietas Longitudinales
- ✓ Grietas Transversales

Deterioro Superficial

- ✓ Fisuramiento por Retracción (tipo malla)
- ✓ Desintegración
- ✓ Baches
- ✓ Agrietamiento por Durabilidad

Otros Deterioros

- ✓ Levantamiento Localizado
- ✓ Escalonamiento de Juntas y Grietas
- ✓ Descenso de la Berma
- ✓ Separación entre Berma y Pavimento
- ✓ Parches Deteriorados
- ✓ Surgencia de Finos
- ✓ Textura Inadecuada
- ✓ Fracturación Múltiple

8.1.3 Rangos

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 12. Daño rígido sector 5

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 86	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Pobre
25 - 10	Muy Pobre
10 - 0	Colapso

Fuente: Vásquez L, PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). (2002)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño que se presenta⁷.

8.2 TOMA DE INFORMACIÓN

Se debe recopilar la información en una ficha preliminar estableciendo el tipo de daño, severidad, longitud y ocurrencia, esto con el fin de calcular el porcentaje de área afectada por cada tramo, unidad de muestreo analizar. Se tomará la información general de la vía haciendo un inventario general de los anchos, longitud y severidad de los daños encontrados.

⁷Vásquez Varela Luis Ricardo, PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), INGEPAV (ingeniería de pavimentos) Manizales, 2002, p.2. tomado: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>



Para la evaluación de pavimentos, La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que se tiene piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos del INVIAS.

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. Otro factor que se debe considerar para calificar un pavimento es la extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas⁸.

De acuerdo al tipo pavimento en la cual se realiza la evaluación, se llena el formato adecuado, en el cual se registran los datos de campo.

⁸Vásquez Varela Luis Ricardo, PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), INGEPAV (ingeniería de pavimentos) Manizales, 2002, p.2. tomado: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>

Figura 30. Formato trabajo de campo

 <p>Uptc Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia</p>	<p>EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LA MALLA VIAL DE LA ZONA CENTRO DEL SECTOR URBANO DE TUNJA – BOYACÁ CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI</p>	 <p>ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA</p>
---	---	--

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia.

8.3 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

A partir de la información obtenida de cada unidad de muestreo, se procede a analizarla agrupando los daños por tipo de deterioro y severidad calculando los porcentajes de afectación por tramo además del porcentaje de afectación general para toda la vía, estableciendo así los daños más frecuentes, los tramos más afectados y las áreas totales de daño.

El área de cada tramo se calcula multiplicando el ancho total de la calzada por la longitud del tramo. Con relación a esta área se calcula el porcentaje de afectación de cada tramo. El porcentaje de afectación de la vía se calcula dividiendo el área total afectada entre el área total inspeccionada.

Posteriormente se realiza la sumatoria de áreas afectadas por cada tipo de daño y por severidad, se calcula el peso de cada daño por severidad dentro del área total inspeccionada y se asigna el porcentaje de peso de cada daño. Este porcentaje se toma de las metodologías PCI y AASHTO.

Finalmente se calcula la sumatoria de la afectación y se asigna un porcentaje al tramo. El procedimiento para asignar el PCI al tramo inspeccionado tomando como base el porcentaje de afectación se tomara del documento norma ASTM D 6433-07, como se explica a continuación:

Como ya se mencionó el índice PCI varia de cero (0) para pavimento en mal estado, hasta cien (100) para pavimento en perfecto estado.

La metodología hace el registro del tramo evaluado dividiéndolo en unidades de muestreo las cuales están definidas de acuerdo a un rango de área establecido de 230 +/- 93 m².

Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

La obtención del índice PCI se realiza a partir de la información tomada en campo, se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y la severidad encontradas.

Tabla 13. Daño rígido sector 5

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez L, PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos), (2002).

Para los anchos de calzada mayores se buscó mantener la relación de área mencionada anteriormente, encontrando unidades de muestreo con una longitud de 20 m. En la malla vial estudiada se encontró un total de 306 unidades de muestreo para pavimento flexible y 34 unidades de muestreo para las vías con tipo de pavimento rígido.

8.4 OBTENCIÓN DEL PCI

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si se tienen en cuenta todas las unidades de muestreo, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizaron unidades de muestreo adicionales se utiliza un promedio ponderado calculado así:

$$PCIS = \frac{[(N - A) * PCIR] + A * PCIA}{N}$$

En dónde:

PCIS= PCI de la sección del pavimento.

PCIR= PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA= PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N= Número total de unidades de muestreo en la sección.

A= Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

8.5 PROCESO MASIFICADO PARA IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS

El proceso de evaluación de fallas del pavimento a lo largo de las vías que corresponden al sector centro de la ciudad, se realizó utilizando un proceso de inspección visual directo en campo.

Figura 31. Levantamiento de daños.

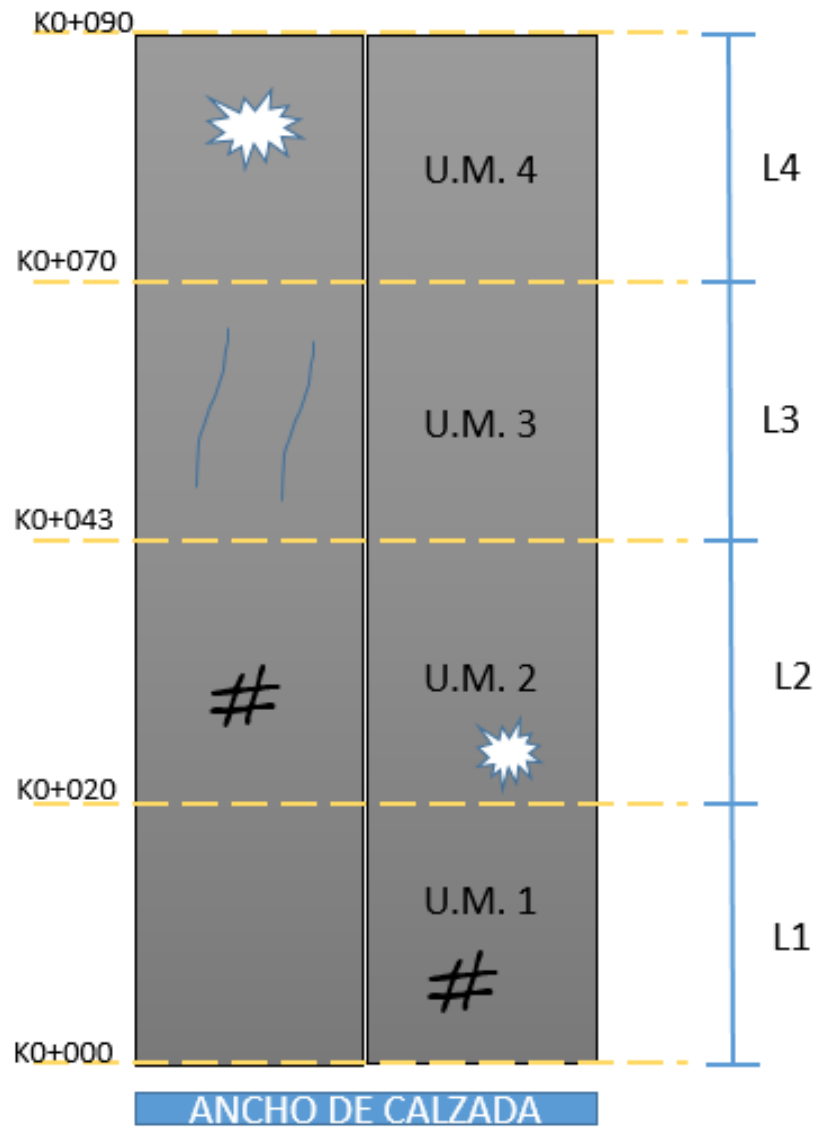


Fuente: Elaboración Propia.

8.5.1 Metodología del procesamiento

Se ejecuta una labor de procesamiento, verificando las fallas existentes en cada una de las vías de la zona de estudio y definiendo el área de afectación, Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, que estarán delimitadas por la progresiva inicial y por la progresiva final, según metodología deben ser de $225 \text{ m}^2 \pm 90 \text{ m}^2$, según la metodología Pavement Condition Index (PCI) esta descrita en la norma ASTM D 5340, Standard Test Method for Surveys, y aplicación a la norma ASTM D 6433 Standard Practice Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, la cual especifica los lineamientos para determinar el índice de condición del pavimento.

Figura 32. Levantamiento de fallas.



Fuente: Elaboración Propia.

En donde:

U.M. = Unidad muestral.

L = Longitud de la unidad muestral.

9. CORRECCIÓN, CÁLCULO Y REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presenta la tabla resumen de los datos tomados mediante trabajo de campo, es importante mencionar que se organizaron por medio del código vial de cada tramo de vía que comprende la malla vial de la zona de estudio, la longitud de las unidades muestrales se determinan por medio del ancho de la calzada para pavimentos flexibles y el número de losas para pavimentos rígidos.

En el pavimento flexible evaluado se encuentran 11 tipos de daños, de los cuales predomina el daño tipo fisuras piel de cocodrilo y los desprendimientos de la carpeta asfáltica tipo baches o parcheos. Los daños encontrados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Daños en pavimento flexible sector 5

CODIGO	DAÑO
1	Piel de cocodrilo
3	Agrietamiento en bloque
5	Abultamientos y hundimientos
6	Depresión.
7	Grieta de borde.
10	Grietas long y transversal
11	Parcheo.
12	Pulimento de agregados
13	Huecos.
19	Desprendimiento de agregados

Fuente: Elaboración Propia.

En el pavimento rígido evaluado se encuentran 4 tipos de daños, de los cuales predomina el daño tipo de losa dividida. Los daños encontrados se muestran en la siguiente tabla:

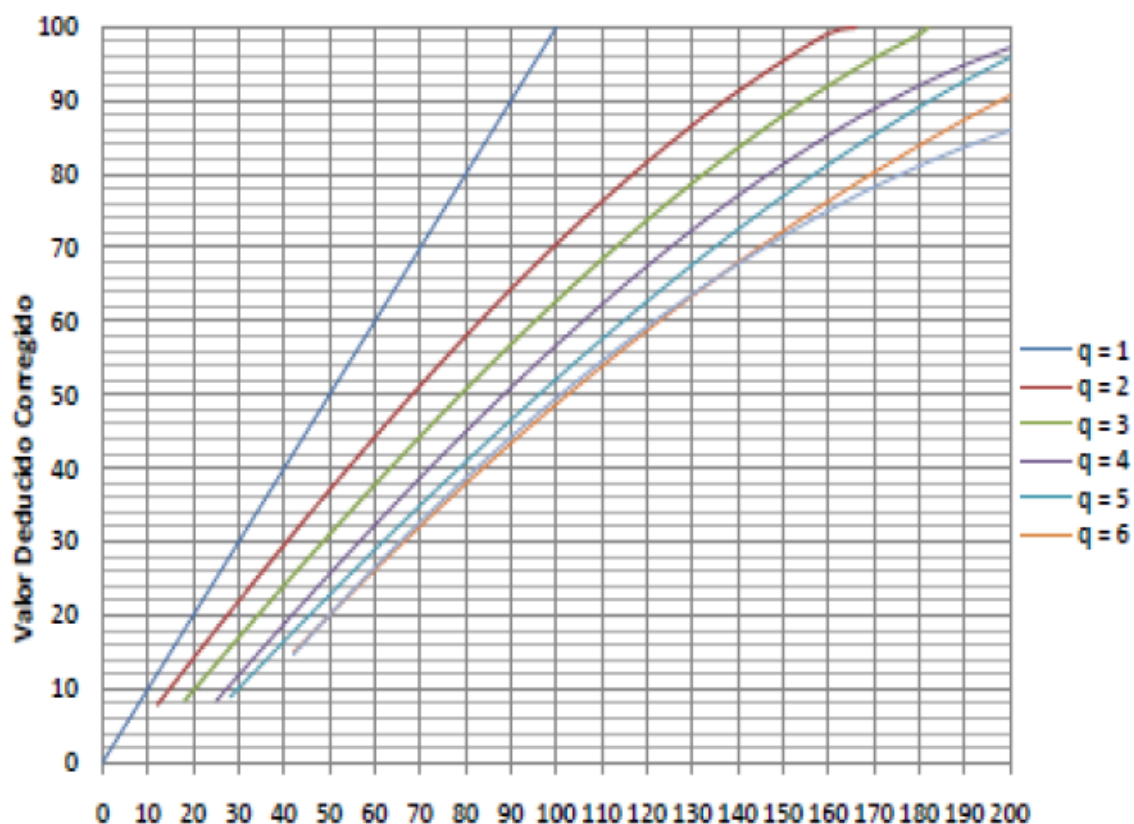
Tabla 15. Daños en pavimento rígido sector 5

CODIGO	DAÑO
22	Grieta de esquina
23	Losa dividida
28	Grieta lineal
29	Parche

Fuente: Elaboración Propia.

En base a los datos plasmados en el anexo D se procede a realizar el cálculo del valor de PCI de las unidades de estudio mediante el cálculo del valor deducido corregido obtenido a partir de la siguiente gráfica:

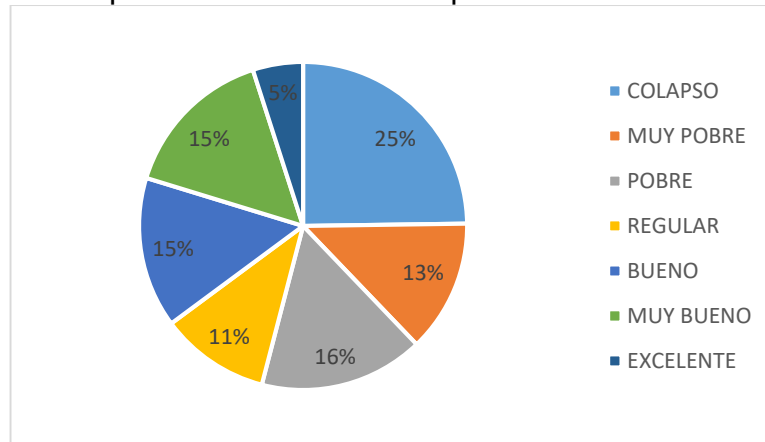
Figura 33. Valor deducido corregido



Fuente: Vásquez L, PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos), (2002).

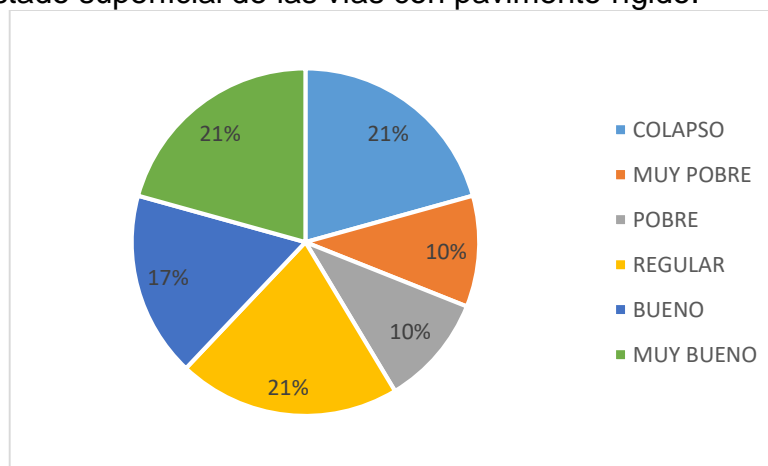
De la malla vial de la zona de estudio de Tunja, se obtuvieron 222 U.M para pavimento flexible y 29 U.M de pavimento rígido con presencia de daños, de los cuales el estado superficial del pavimento se encuentra con la siguiente composición porcentual:

Figura 34. Estado superficial de las vías con pavimento flexible.



Fuente: Elaboración Propia.

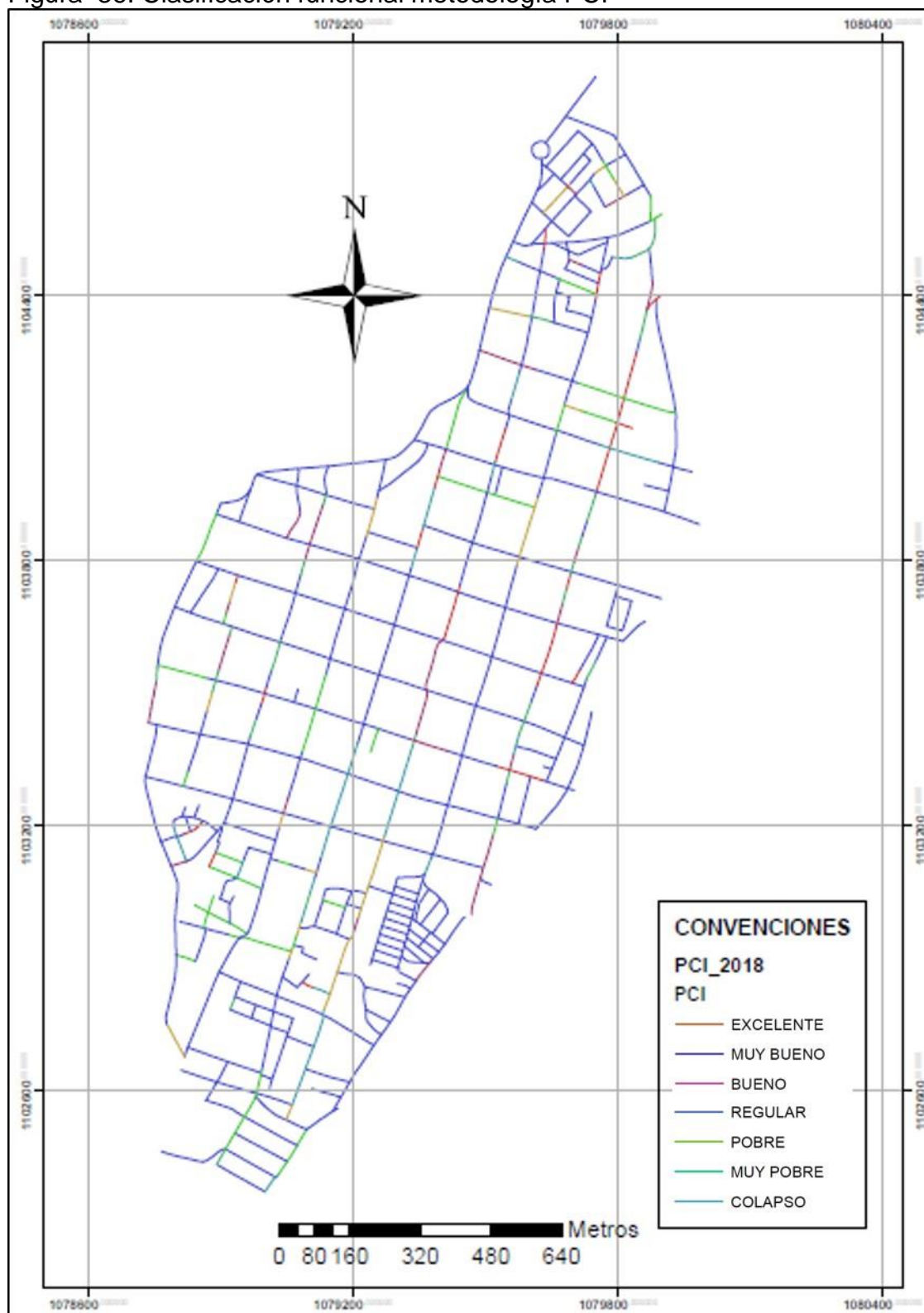
Figura 35. Estado superficial de las vías con pavimento rígido.



Fuente: Elaboración Propia.

Los corredores viales que no presentan daños se califican con un estado de excelente, a continuación se observa el mapa general de la zona de estudio donde se observa el estado funcional del 100% del tramovia.

Figura 36. Clasificación funcional metodología PCI



Fuente: Elaboración Propia.

En base al mapa anterior se observa que en el 74% de la malla vial se presenta en un estado excelente, a continuación se presenta el estado general de la malla vial.

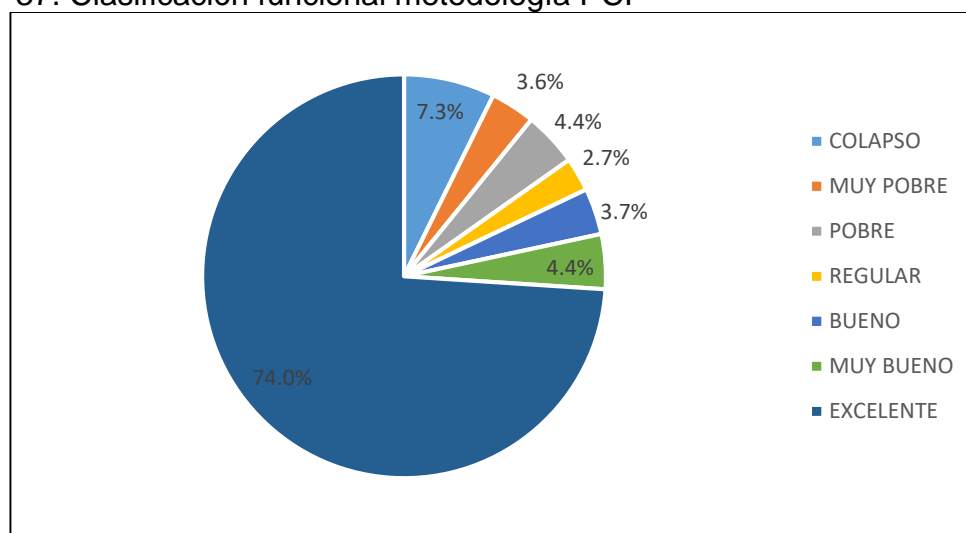
Tabla 16. Estado funcional malla vial metodología PCI.

ESTADO	LONGITUD (M)	PORCENTAJE
COLAPSO	2604	7.3%
MUY POBRE	1271	3.6%
POBRE	1555	4.4%
REGULAR	965	2.7%
BUENO	1325	3.7%
MUY BUENO	1568	4.4%
EXCELENTE	26396	74.0%

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa el porcentaje de malla vial en condiciones con calificación baja (colapso, muy pobre, pobre, regular) es del 18% correspondiente a 6.4 Km de malla vial.

Figura 37. Clasificación funcional metodología PCI



Fuente: Elaboración Propia.

El aspecto considerable a mencionar, es la dependencia directa de los daños presentes con el flujo vehicular, un ejemplo claro de esta relación es la situación presentada en la Carrera 9, es establece como una vía de alto flujo vehicular y es uno de los corredores viales con mayor presencia de daños.

10. RECONOCIMIENTO DE LAS CAUSAS DE LAS PATOLOGÍAS Y POSIBLES SOLUCIONES

Durante el desarrollo del proyecto se presentan diferentes tipos de fallas en el cual predominan las fisuras y la perdida de carpeta asfáltica en el caso del pavimento flexible, basados en el manual PCI se establecen las causas y posibles soluciones para y posibles soluciones.

10.1 causas de las respectivas fallas

En la siguiente tabla se presenta las posibles causas que generan el deterioro de los pavimentos.

Tabla 17. Causas pavimento flexible.

DAÑO	CAUSAS
Piel de cocodrilo	<p>La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espesor de estructura insuficiente.• Deformaciones de la subrasante.• Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).• Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.• Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.• Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).• Reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.
Agrietamiento en bloque	<p>La fisuración en bloque es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo cual se traduce en ciclos de esfuerzo - deformación sobre la mezcla. La</p>

	<p>presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido significativamente, lo cual sucede debido al envejecimiento de la mezcla o al uso de un tipo de asfalto inadecuado para las condiciones climáticas de la zona.</p>
Abultamientos y hundimientos	<p>Se generan principalmente por la expansión de la subrasante o en capas de concreto asfáltico colocado sobre placas de concreto rígido, el cual se deforma al existir presiones bajo la capa asfáltica (como las generadas por procesos de bombeo).</p>
Depresión.	<p>Existen diversas causas que producen hundimientos las cuales están asociadas con problemas que en general afectan toda la estructura del pavimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asentamientos de la subrasante. • Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes. • Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares. • Diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.
Grieta de borde.	<p>La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0,3 m a 0,6 m del borde de la calzada.</p>
Grietas long y transversal	<p>Las causas más comunes a ambos tipos de fisuras, son: Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, o al envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30°). Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por</p>

	grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes.
Parcheo.	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales. • Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica. • Riego de liga deficiente. • Mezcla asfáltica muy permeable.
Pulimento de agregados	La causa de este tipo de daño radica en una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimento (un ejemplo de esto son las calizas).
Huecos.	<p>Este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento. Este deterioro ocurre siempre como evolución de otros daños, especialmente de piel de cocodrilo.</p> <p>También es consecuencia de algunos defectos constructivos (por ejemplo, carencia de penetración de la imprimación en bases granulares) o de una deficiencia de espesores de capas estructurales. Puede producirse también en zonas donde el pavimento o la subrasante son débiles.</p>
Desprendimiento de agregados	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales. • Problemas de adherencia entre agregado y asfalto. • Uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes. • Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfáltico. • Endurecimiento significativo del asfalto. • Deficiencia de compactación de la carpeta asfáltica. • Contaminación de la capa de rodadura con aceite, gasolina y otros.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el caso de los pavimentos rígidos se encuentran las posibles causas:

Tabla 18. Causas pavimento rígido

DAÑO	CAUSAS
Grieta de esquina	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamiento de la base y/o la subrasante. • Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base. • Alabeo térmico. • Sobrecarga en las esquinas. • Deficiente transmisión de cargas entre las losas adyacentes.
Losa dividida	La fracturación múltiple, puede ser causada por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y la continua flexión de las losas aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, favoreciendo el desportillamiento de sus bordes.
Grieta lineal	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamiento de la base o la subrasante. • Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base. • Alabeo térmico. • Losa de ancho excesivo. • Carencia de una junta longitudinal. • Mal posicionamiento de las dovelas y/o barras de anclaje. • Aserrado tardío de la junta.
Parche	<ul style="list-style-type: none"> • Fundaciones y capas inferiores inestables. • Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes. • Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. • Acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento.

Fuente: Elaboración Propia.

10.2 Alternativas de intervención

Las alternativas de solución se dan a partir del manual PCI y los manuales de identificación de daños del INVIAS.

Tabla 19. Posibles soluciones pavimento flexible y rígido.

CODIGO VIA	U.m	COD DAÑO	SEVERIDAD	POSIBLE SOLUCIÓN
AV COLON	1	1	A	Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	2	1	A	Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	3	1	A	Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
CL 12A	1	19	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
	2	19	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
CL 13	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
		13	A	Parcheo profundo.
	2	13	A	Parcheo profundo.
	3	13	A	Parcheo profundo.
	4	13	A	Parcheo profundo.
CL 13A	1	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	M	Parcheo parcial o profundo.
	2	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	M	Parcheo parcial o profundo.
	3	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	M	Parcheo parcial o profundo.
CL 14A	1	13	A	Parcheo profundo.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	2	13	A	Parcheo profundo.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	3	5	A	Reconstrucción.
		11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	4	5	A	Reconstrucción.
		11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
		3	B	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
	5	5	A	Reconstrucción.
		11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
		3	B	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
CL 15	1	13	A	Parcheo profundo.
		19	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
	2	13	A	Parcheo profundo.
		19	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
	3	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

	4	13	A	Parqueo profundo.
CL 18	1	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	2	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	3	13	A	Parqueo profundo.
	4	13	A	Parqueo profundo.
CL 23	1	13	A	Parqueo profundo.
		11	B	No se hace nada.
	2	13	A	Parqueo profundo.
		11	B	No se hace nada.
	3	13	A	Parqueo profundo.
		11	B	No se hace nada.
	4	13	A	Parqueo profundo.
	5	13	A	Parqueo profundo.
CL 27	1	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
		6	A	Parqueo superficial, parcial o profundo.
	2	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
		6	A	Parqueo superficial, parcial o profundo.
	3	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
		6	A	Parqueo superficial, parcial o profundo.
CL 28	1	13	A	Parqueo profundo.
	2	13	A	Parqueo profundo.
	3	13	A	Parqueo profundo.
	4	10	M	Sellado de grietas.
CL 28D	1	13	M	Parqueo parcial o profundo.
DG 29	1	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
DG 30	1	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		6	M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
	2	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		6	M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
KR 10	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
		7	A	Parqueo parcial – profundo.
	2	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	A	Parqueo profundo.
	3	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	A	Parqueo profundo.
	4	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	A	Parqueo profundo.
	5	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	A	Parqueo profundo.

	6	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		13	A	Parqueo profundo.
	7	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	8	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	9	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	10	7	M	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.
	11	7	M	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.
	12	7	M	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.
	13	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	14	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	15	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	16	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	17	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	18	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	19	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	20	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	21	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	22	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	23	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		10	M	Sellado de grietas.
	24	10	M	Sellado de grietas.
	25	10	M	Sellado de grietas.
	26	10	M	Sellado de grietas.
	27	11	A	Sustitución del parche.
	28	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	29	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	30	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	31	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KR 11	1	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	2	1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	3	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
		13	A	Parqueo profundo.
	4	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
		13	A	Parqueo profundo.
	5	13	M	Parqueo parcial o profundo.
		1	A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	6	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	7	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.

KR 11A	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	2	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
KR 11B	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
		11	B	No se hace nada.
KR 12	1	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	2	11	A	Sustitución del parche.
		13	A	Parqueo profundo.
	3	11	A	Sustitución del parche.
		13	A	Parqueo profundo.
	4	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	5	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	6	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	7	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	8	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	9	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	10	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	11	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	12	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	13	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
KR 12A	1	19	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
	2	19	M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
KR 13	1	6	A	Parqueo superficial, parcial o profundo.
	1	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	2	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	3	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	4	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	5	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	6	13	M	Parqueo parcial o profundo.
	7	13	M	Parqueo parcial o profundo.
	8	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	9	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	10	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	11	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KR 14	1	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	2	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	3	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

	4	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	5	13	A	Parcheo profundo.
		1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	6	13	A	Parcheo profundo.
		1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	7	1	A	Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	8	1	A	Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
KR 6A AV ORIENTAL	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	2	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
		13	A	Parcheo profundo.
	3	13	A	Parcheo profundo.
	4	13	A	Parcheo profundo.
KR 7	1	13	A	Parcheo profundo.
	2	13	A	Parcheo profundo.
	3	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	4	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	5	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	6	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	7	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	8	13	A	Parcheo profundo.
		1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	9	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	10	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		11	B	No se hace nada.
	11	11	B	No se hace nada.
	12	6	M	Parcheo superficial, parcial o profundo.
	13	6	M	Parcheo superficial, parcial o profundo.
	14	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	15	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	16	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	17	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	18	1	M	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

		11	B	No se hace nada.
	19	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	20	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	21	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	22	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	23	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	24	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	25	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	26	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	27	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	28	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	29	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	30	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	31	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	32	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	33	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	34	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	35	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	36	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	37	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	38	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	39	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
KR 8	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	2	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	3	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	4	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	5	5	A	Reconstrucción.

	6	5	A	Reconstrucción.
	7	5	A	Reconstrucción.
	8	5	A	Reconstrucción.
	9	13	A	Parqueo profundo.
		11	A	Sustitución del parche.
	10	13	A	Parqueo profundo.
		11	A	Sustitución del parche.
	11	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
	12	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
		11	B	No se hace nada.
KR 9B	1	13	M	Parqueo parcial o profundo.
KR9	1	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
	1	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	2	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	3	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	4	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	5	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	6	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	7	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	8	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	9	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	10	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	11	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	12	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	13	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	14	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	15	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	16	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.

	17	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	18	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	19	1	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
		19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	20	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	21	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	22	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	23	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	24	10	B	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	25	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	26	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	27	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	28	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	29	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	30	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	31	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
	32	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		11	B	No se hace nada.
	33	11	B	No se hace nada.
	34	11	B	No se hace nada.
	35	11	B	No se hace nada.
	36	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	37	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	38	11	M	No se hace nada. Sustitución del parche.
	39	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	40	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	41	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	42	19	B	Sello superficial. Tratamiento superficial.
	43	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	44	3	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
TV 8A	1	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		6	M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
	2	1	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
		6	M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
TV 9A	1	11	A	Sustitución del parche.
		12	M	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

	2	11	A	Sustitución del parche.
		12	M	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
SIN NOMENCLATURA	1	6	A	Parcheo superficial, parcial o profundo.
CL 25	1	28	B	Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
	2	28	B	Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
CL 26	1	23	A	Reemplazo de la losa.
	2	23	A	Reemplazo de la losa.
	3	23	A	Reemplazo de la losa.
	4	23	A	Reemplazo de la losa.
	5	23	A	Reemplazo de la losa.
	6	23	A	Reemplazo de la losa.
	7	23	A	Reemplazo de la losa.
CL 28A	1	23	M	Reemplazo de la losa.
	2	23	M	Reemplazo de la losa.
	3	23	M	Reemplazo de la losa.
CL 28B	1	23	M	Reemplazo de la losa.
DG 29B	1	23	A	Reemplazo de la losa.
KR 10B	1	23	M	Reemplazo de la losa.
KR 12	1	23	A	Reemplazo de la losa.
	2	23	A	Reemplazo de la losa.
KR 13	1	22	M	Sellado de grietas. Parcheo profundo.
		29	M	Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
	2	22	M	Sellado de grietas. Parcheo profundo.
		29	M	Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
	3	22	M	Sellado de grietas. Parcheo profundo.
		29	M	Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
KR 4C	1	23	M	Reemplazo de la losa.
KR 6B	1	23	A	Reemplazo de la losa.
		22	M	Sellado de grietas. Parcheo profundo.
		28	M	Sellado de grietas.
SIN NOMENCLATURA A	1	23	A	Reemplazo de la losa.
	2	23	A	Reemplazo de la losa.
	3	23	A	Reemplazo de la losa.
	4	23	A	Reemplazo de la losa.
SIN NOMENCLATURA A	1	23	M	Reemplazo de la losa.
SIN NOMENCLATURA A	1	23	M	Reemplazo de la losa.
	2	23	M	Reemplazo de la losa.

Fuente: Elaboración Propia.

11. DATOS ESTUDIOS PREVIOS

A continuación, se muestran los datos en común de los estudios previos respecto al proyecto en ejecución.

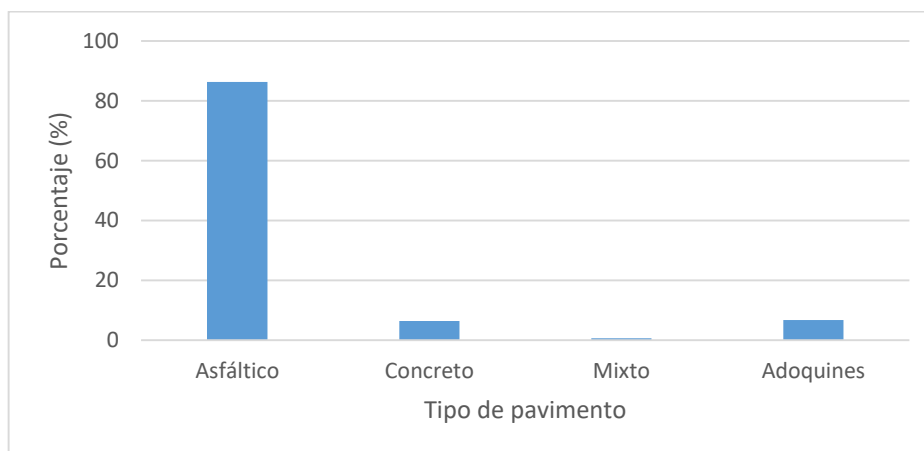
11.1 Inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja (2004)

Para el inventario de la malla vial del casco histórico de la ciudad de Tunja, se realizó un recorrido por la red vial abarcando una longitud total de 18849 m de vías, entre vías cuales se encuentran vías vehiculares y peatonales. Para establecer el diagnóstico se tomaron las longitudes de cada tramo Y se agruparon dependiendo del parámetro analizado, a continuación, se presentan los resultados de la comparación de los aspectos más relevantes de la malla vial del casco histórico de Tunja.

✓ Tipos de pavimento

Los tipos de pavimentos de las vías de centro de Tunja, presentan diversas formas destacándose principalmente el pavimento flexible, el cual constituye más del 85% de las vías estudiadas.

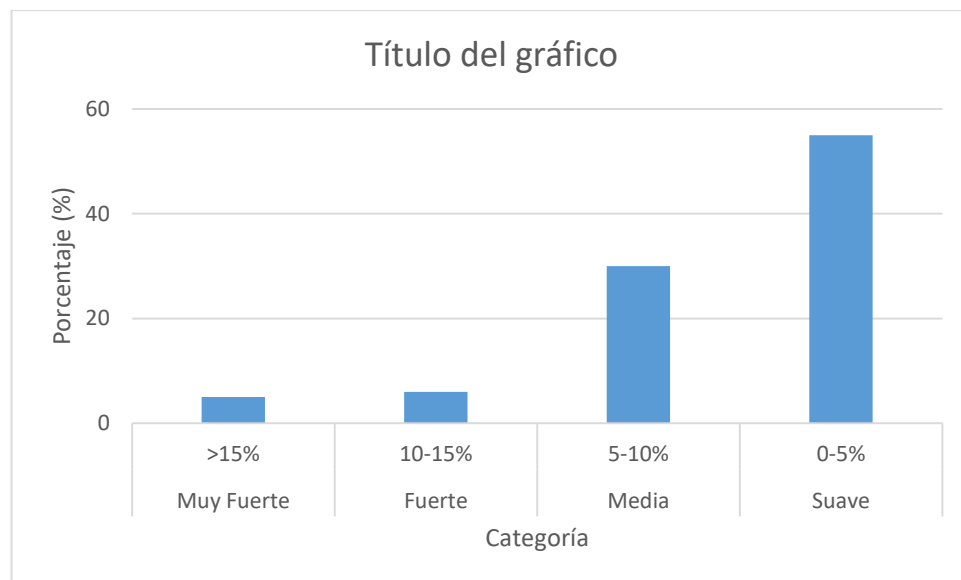
Figura 38. Tipo de pavimento.



Fuente: Rodríguez, J. Inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja (2004)

Las condiciones topográficas del centro histórico de Tunja, hace que se presenten áreas de bajas pendientes así mismo que se presenten vías con pendientes elevadas, esto obedece a la urbanización de cárcavas antiguas sobre la ladera del sinclinal.

Figura 39. Tipo Terreno.

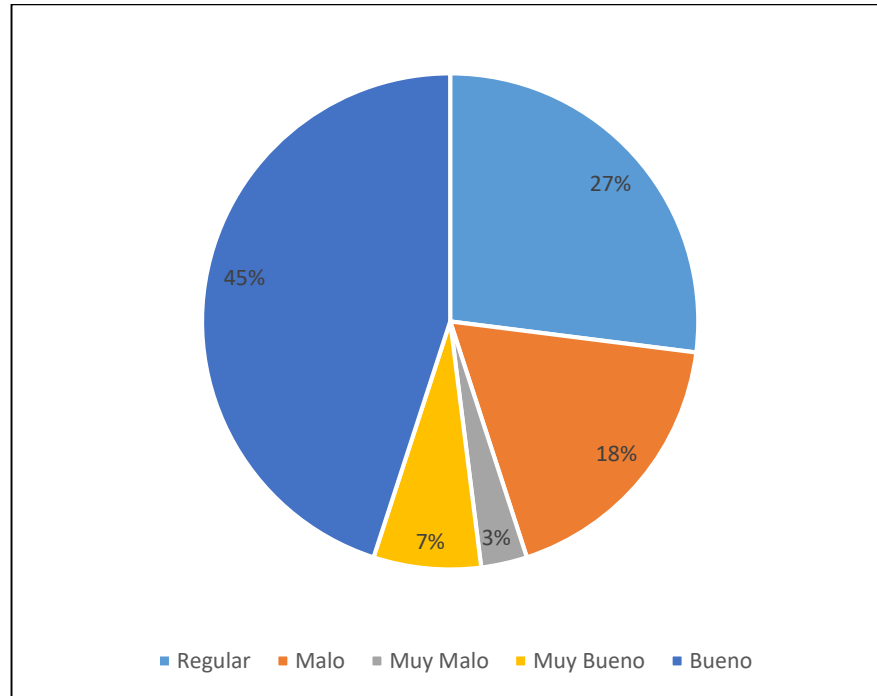


Fuente: Rodríguez, J. Inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja (2004)

✓ Nivel de servicio

De acuerdo con la metodología, se realizó una calificación y clasificación teniendo en cuenta factores como el área afectada por cada clase de fallas. Clasificando el 45% de las vías en estado bueno, mientras que se aprecia aproximadamente un 20% en estado malo y muy malo, tramos que necesitan intervención inmediata por parte de la Administración Municipal.

Figura 40. Nivel de servicio.



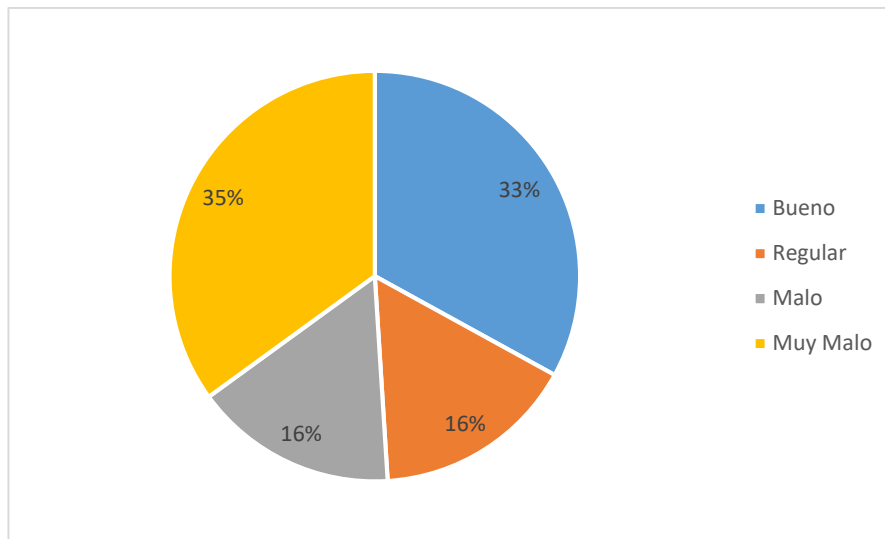
Fuente: Rodríguez, J. Inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja (2004)

11.2 Inventario de infraestructura vial del casco urbano de Tunja en base a datos espaciales (2010)

✓ Estado superficial del pavimento en vías arterias

De la red arterial de Tunja, en esta investigación se analizaron 363 tramos de los cuales se encontró que el 32.5% se encuentra calificado como bueno, el 16.3% como regular, el 15.9% malo y el 35.3% como muy malo.

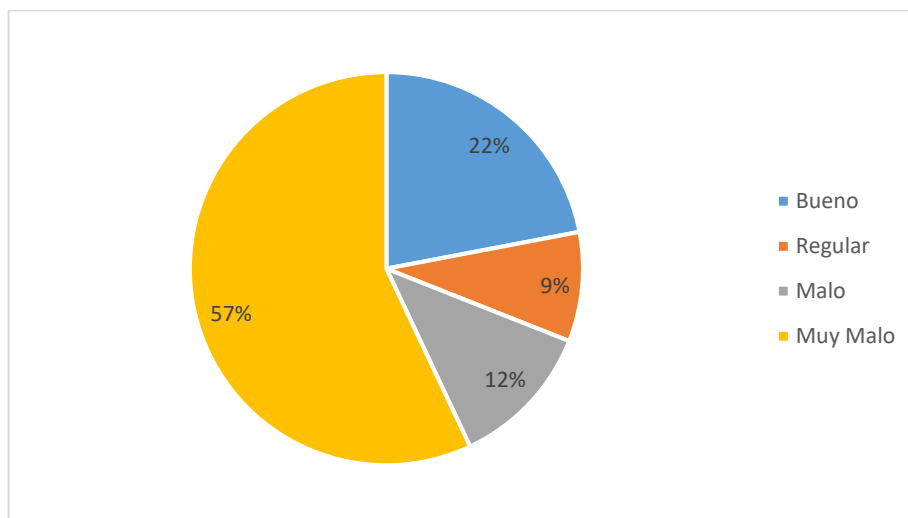
Figura 41. Estado superficial de vías arterias.



Fuente: MEDRAMO, C; URIBE, J. Inventario de infraestructura vial del casco urbano de Tunja en base a datos espaciales (2010)

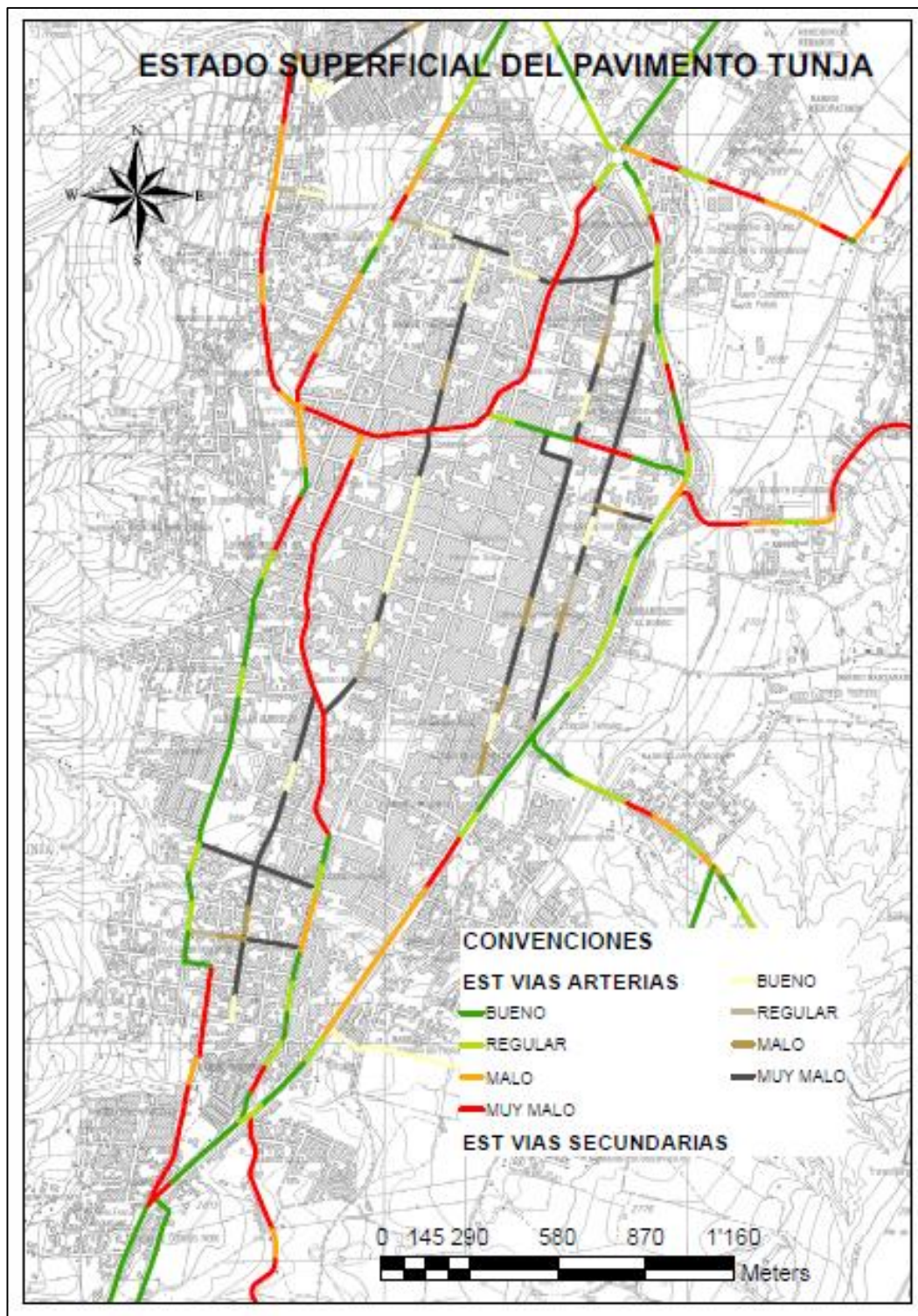
De la red secundaria de Tunja, se estudiaron 119 tramos de los cuales el 21.8% se calificó como bueno, el 9.2% como regular, el 11.8% como malo y el 57.2% como muy malo.

Figura 42. Estado superficial de vías secundarias



Fuente: MEDRAMO, C; URIBE, J. Inventario de infraestructura vial del casco urbano de Tunja en base a datos espaciales (2010)

Figura 43. Estado superficial de vías 2010



Fuente: MEDRAMO, C; URIBE, J. Inventario de infraestructura vial del casco urbano de Tunja en base a datos espaciales (2010)

Dado las condiciones de tránsito y los estudios previos se realiza un análisis de la condición actual de pavimento para las principales vías según el estudio de movilidad para la ciudad de Tunja, estas vías son:

- ✓ Carrera 9: según la metodología PCI se evaluaron 44 unidades muestrales de las cuales se obtienen resultados favorables del estado funcional, puesto que 25 unidades muestrales tienen calificación cualitativa entre bueno, muy bueno y excelente. Esta es una de las vías más intervenidas en cuanto a mejoramiento de la estructura del pavimento.
- ✓ Carrera 12: según la metodología PCI se evaluaron 13 unidades muestrales de las cuales se obtienen resultados desfavorables del estado funcional, puesto que 8 unidades muestrales tienen calificación cualitativa entre pobre y colapso. Esta es una de las vías más afectada por el flujo vehicular y se necesita intervención a corto plazo de la estructura del pavimento. Presenta comportamiento similar a lo largo de los años pues se presentan diferentes condiciones funcionales a lo largo del corredor. Dadas las similitudes a lo largo del tiempo se debe analizar una posible causa adicional tales como las condiciones de drenaje, condiciones propias del suelo o falencias de construcción.
- ✓ Carrera 14: según la metodología PCI se evaluaron 8 unidades muestrales de las cuales se obtienen resultados desfavorables del estado funcional, puesto que 7 unidades muestrales tienen calificación cualitativa entre pobre y colapso. Esta es una de las vías más afectada por el flujo vehicular y se necesita intervención a corto plazo de la estructura del pavimento.

- ✓ Calle 16 y calle 24: estas vías se consideran en un estado óptimo de funcionalidad, ya que a lo largo de la inspección visual de estos corredores viales no se identificó la presencia de daños en su capa de rodadura.
- ✓ Av. Maldonado, Carrera 10 y Av. Colón: estas vías son de gran importancia por su flujo vehicular, se observa que a lo largo del tiempo se han realizado intervenciones importantes puesto que, para el año 2010 su estado funcional era considerado muy malo, para el estudio actual se encuentra en excelentes condiciones.
- ✓ La carrera 8 y carrera 7: presentan una mejor condición del pavimento respecto al estudio realizado en el año 2010, esta es una vía secundaria con un flujo vehicular considerable, lo cual refleja las buenas intervenciones de las Entidades Gubernamentales. Es importante mencionar que ambas vías necesitan intervenciones.

12. CONCLUSIONES

- Se recopiló el 100% de la información georreferenciada de la zona centro del sector urbano de la ciudad de Tunja, interviniendo un total de 35.7 Km de tramos viales correspondiente a un 10% aproximado del total de la malla vial de la ciudad, los cuales se georeferenciaron siguiendo los parámetros de la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte.
- La realización de los procesos de actualización del inventario vial de una ciudad es fundamental, puesto que da los parámetros básicos y puntuales de la situación actual de los diferentes factores analizados (señalización, accidentalidad, estado vial, etc.) los cuales permiten dar una cronología de intervención de las problemáticas presentadas.
- El sector estudiado presenta un gran porcentaje en pavimentos que permiten un estado de servicio aceptable si se encuentran en condiciones ideales, esto no indica que la malla vial se encuentre en buenas condiciones.
- La evaluación funcional del estado de la malla vial de una ciudad, zona o sector permite dar una visión puntual de la condición del pavimento, lo cual es verdaderamente importante en la cronología de intervención de los daños en las vías.
- En base a los resultados encontrados por medio de la aplicación de la metodología PCI, se establece un porcentaje considerable de aproximadamente 50% de las unidades muestrales presentan una clasificación baja, lo cual da una visión del estado actual de la malla vial con presencia de daños en la zona de estudio, por lo cual se dan posibles soluciones de acuerdo a la información presentada en el manual PCI.

- El tipo de pavimento a lo largo de los años de estudio presentan condiciones y porcentajes similares, por lo que se concluye que no se han realizado cambios considerables en los tramos de vía que se encuentran en pavimento articulado, afirmado.
- En cuanto al tipo de terreno encontrado se establece una discordancia entre ambos estudios, puesto que en el estudio del 2004 se establece como predominante el tipo de terreno suave, para el último estudio realizado a base de información georreferenciada se encuentran porcentajes similares en cada una de las clasificaciones.
- Se observa que tanto en el estudio realizado en el año 2010 como en el año 2018, la calificación del estado funcional de la malla vial es deficiente, puesto que en el año 2010 se establece promedio tanto para vías arterias como para vías secundarias de alrededor del 55% de clasificación negativa.
- Las administraciones municipales a lo largo del tiempo han realizado intervenciones parciales a las problemáticas presentadas en la malla vial, una de las causas más importantes que generan deterioro a las estructuras de pavimento son los altos flujos vehiculares que se presentan en la zona de estudio.

13. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un estudio previo de la información base y normas que rigen los diferentes procesos que se deben realizar durante la toma de información buscando agilizar el trabajo de campo.
- Se recomienda realizar estudios previos en cuanto al manejo de sistemas de información geográfica y software relacionados buscando agilizar el procesamiento de la información.
- Para realizar la toma de información respecto a la metodología PCI se recomienda que el personal encargado sea quien realice el 100% de procedimiento, debido a que es una práctica subjetiva.
- El personal que realice la toma de información en campo debe ser capacitado por un panel de profesionales afines al tema de investigación y con documentación existente, buscando unificar los criterios respecto a al tipo y severidad en los daños que se presenten.
- Tanto para la actualización del inventario vial como para el estudio funcional de la malla vial se recomienda buscar la implementación de las metodologías actualizadas para la toma de información en campo, la cual agilice los tiempos de ejecución de estos procesos.

14. BIBLIOGRAFÍA

ArcGIS ArcGIS for Desktop [En línea]. - 27 de Febrero de 2018. - <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//005600000002000000>.

CIOCE Victor [y otros] Promoviendo la implementación del GNSS-NTRIP en levantamientos topográficos y catastrales [Publicación periódica]. - Maracaibo - Venezuela : Reunión SIRGAS, 2013.

CODIGO NACIONAL DE TRANSITO Art. 2. Ley 769 de 2002 [Libro]. - 2002.

CORREDOR, M. Experimento Vial de la AASHO y las Guías de Diseño AASHTO. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. - <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf> (2008).

COY, O. Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI, Bogotá - Colombia, 2017

DELGADO, M. Evaluación De Control De Calidad Y Mejoramiento De Pavimentos Asfálticos, Perú. 2016

GALLINA Garcia Silvia J Sistema de Información Geográfica aplicada al monitoreo de análisis catastral en la aldea Tierra Nueva, la democracia, escuintla [Publicación periódica]. - Guatemala : [s.n.], 2011.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI Resolución 070 de 2011 [Libro]. - 2011.

INVIAS Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos [En línea]. - 2006. - 12 de Febrero de 2018. - <https://www.invias.gov.co/index.php/archivoy-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>.

INVIAS Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles [En línea]. - 2006. - 12 de Febrero de 2018. - <https://www.invias.gov.co/index.php/archivoy-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>.

MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA [Libro].
MANZANO Francisco y GIL A Desarrollo de una metodología de actualización puntual de la cartografía catastral mediante integración de técnicas GPS y SIG [Publicación periódica]. - España : [s.n.].

MEDRANO, C; URIBE, J. inventario de infraestructura vial del casco urbano de Tunja en base de datos espaciales. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2010.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Resolución 1067 de 2015. Metodología General para Reportar la Información que conformara el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras - SINC [Libro]. - 2015.

MONTEJO Fonseca Alfonso Ingeniería de pavimentos para carreteras [Libro]. - Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2006.

MUNICIPIO DE TUNJA Decreto 241 de 2014. Plan de Ordenamiento Territorial [Libro]. - Tunja : [s.n.], 2014.

MUNICIPIO DE TUNJA Estudio de Movilidad de Tunja Convenio Interadministrativo 010 de 2012 Alcaldía Mayor de Tunja - UPTC. 2012.

REBOLLEDO, J. Deterioros En Pavimentos Flexibles Y Rígidos. Valdivia - Chiles, 2010.

RODRIGUEZ, J. Inventario y diagnóstico de la malla vial en el casco histórico de la ciudad de Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2004.

SANCHEZ, D. Evaluación y actualización de la información vial de Tunja utilizando herramientas de la geomática. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2017.

VÁZQUEZ, L. (2002) Pavement condition index (PCI). INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos), Manizales. Tomado de: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>

YUPARI Yupa Victor y TAYPE Huamani Sistema de Información Geográfica aplicado al catastro urbano en el sector de Mollepara, distrito Ayacucho Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho [Publicación periódica]. - Perú : [s.n.], 2014.

ANEXOS

Anexo D. Datos metodología PCI

Daño Flexible

CODIGO VIA	U. M	INI (m)	FIN (m)	A. CAL	LON U.M.	AREA U.M	LON	COD DAÑO	SEV	TOTAL (m²)	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	q	Total	CDV	PCI	ESTADO
AV COLON	1	0	35.4	6.6	35.4	233.64	17.4	1	A	114.8	49%	82	1	82	82	18	MUY POBRE
AV COLON	2	35.4	85	6.6	35.4	233.64	35.4	1	A	233.6	100%	90	1	90	90	10	MUY POBRE
CL 12A	1	0	46	5	46	230	8.0	19	M	40.0	17%	24	1	24	24	76	MUY BUENO
CL 12A	2	46	92	5	46	230	23.3	19	M	116.5	51%	35	1	35	35	65	BUENO
CL 13	1	0	38.3	6	38.3	229.8	37.8	19	B	227.0	99%	16	1	102	100	0	COLAPSO
CL 13	1	0	38.3	6	38.3	229.8	22.3	13	A	133.8	58%	100	2	116	80		
CL 13	2	38.3	76.6	6	38.3	229.8	38.3	13	A	229.8	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 13	3	76.6	114.9	6	38.3	229.8	38.3	13	A	229.8	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 13	4	114.9	153.2	6	38.3	229.8	14.7	13	A	88.2	38%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 13A	1	0	46	3.5	46	161	46	1	M	161.0	100%	78	1	102	100	0	COLAPSO
CL 13A	1	0	46	3.5	46	161	46	13	M	161.0	100%	100	2	178	100		
CL 13A	2	46	92	3.5	46	161	46	1	M	161.0	100%	78	1	102	100	0	COLAPSO
CL 13A	2	46	92	3.5	46	161	46	13	M	161.0	100%	100	2	178	100		
CL 13A	3	92	138	3.5	46	161	43.5	1	M	152.3	95%	78	1	102	100	0	COLAPSO
CL 13A	3	92	138	3.5	46	161	43.5	13	M	152.3	95%	100	2	178	100		
CL 14A	1	0	30	10.5	30	315	30	13	A	315.0	100%	100	2	116	80	0	COLAPSO
CL 14A	1	0	30	10.5	30	315	30	19	B	315.0	100%	16	1	102	100		
CL 14A	2	30	60	10.5	30	315	17.1	13	A	179.6	57%	100	2	138	90	0	COLAPSO
CL 14A	2	30	60	10.5	30	315	17.1	19	B	179.6	57%	38	1	102	100		
CL 14A	3	0	38.3	5.9	38.3	225.97	38.3	5	A	226.0	100%	94	2	152	96	4	COLAPSO
CL 14A	3	0	38.3	5.9	38.3	225.97	38.3	11	M	226.0	100%	58	1	96	96		
CL 14A	4	38.3	84.3	5	46	230	46	5	A	230.0	100%	94	3	174	96	4	COLAPSO
CL 14A	4	38.3	84.3	5	46	230	46	11	M	230.0	100%	58	2	154	97		
CL 14A	4	38.3	84.3	5	46	230	26.3	3	B	131.5	57%	22	1	96	96		

CL 14A	5	84.3	130.3	5	46	230	45.7	5	A	228.5	99%	94	3	180	98	2	COLAPSO
CL 14A	5	84.3	130.3	5	46	230	45.7	11	M	228.5	99%	58	2	154	97		
CL 14A	5	84.3	130.3	5	46	230	45.7	3	B	228.5	99%	28	1	96	96		
CL 15	1	0	46	5	46	230	46	13	A	230.0	100%	100	2	132	88	0	COLAPSO
CL 15	1	0	46	5	46	230	19.5	19	M	97.5	42%	32	1	102	100		
CL 15	2	46	92	5	46	230	46	13	A	230.0	100%	100	2	132	88	0	COLAPSO
CL 15	2	46	92	5	46	230	19.5	19	M	97.5	42%	32	1	102	100		
CL 15	3	0	31.5	8	31.5	252	26.4	1	M	211.1	84%	76	1	76	76	24	MUY POBRE
CL 15	4	63	94.5	8.2	31.5	258.3	13.6	13	A	111.9	43%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 18	1	0	38.3	5.8	38.3	222.14	33.2	10	B	192.5	87%	27	1	27	27	73	BUENO
CL 18	2	114.9	153.2	5.9	38.3	225.97	23.0	11	M	135.6	60%	58	1	58	58	42	POBRE
CL 18	3	344.7	383	3.5	46	161	6.4	13	A	22.4	14%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 18	3	344.7	383	3.5	46	161	65.1	13	A	227.9	142%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 23	1	0	31.5	7.5	31.5	236.25	31.5	13	A	236.3	100%	100	2	132	88	0	COLAPSO
CL 23	1	0	31.5	7.5	31.5	236.25	31.5	11	B	236.3	100%	32	1	102	100		
CL 23	2	31.5	63	7.5	31.5	236.25	31.5	13	A	236.3	100%	100	2	132	88	0	COLAPSO
CL 23	2	31.5	63	7.5	31.5	236.25	31.5	11	B	236.3	100%	32	1	102	100		
CL 23	3	63	94.5	7.5	31.5	236.25	19.3	13	A	144.8	61%	100	2	132	88	0	COLAPSO
CL 23	3	63	94.5	7.5	31.5	236.25	19.3	11	B	144.8	61%	32	1	102	100		
CL 23	4	94.5	140.5	4.2	46	193.2	46	13	A	193.2	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 23	5	140.5	186.5	4.2	46	193.2	46	13	A	193.2	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 23	6	186.5	232.5	4.2	46	193.2	20.7	13	A	86.9	45%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 27	1	92	138	4.95	46	227.7	6	11	M	29.7	13%	35	1	50	50	40	REGULAR
CL 27	1	92	138	4.95	46	227.7	6	6	A	29.7	13%	48	2	83	60		
CL 27	2	138	184	4.95	46	227.7	46	11	M	227.7	100%	58	1	76	76	12	MUY POBRE
CL 27	2	138	184	4.95	46	227.7	46	6	A	227.7	100%	74	2	132	88		
CL 27	3	184	230	4.95	46	227.7	37.9	11	M	187.6	82%	58	1	74	74	13	MUY POBRE
CL 27	3	184	230	4.95	46	227.7	37.9	6	A	187.6	82%	72	2	130	87		

CL 28	1	0	31.5	8	31.5	252	31.5	13	A	252.0	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 28	2	31.5	63	8	31.5	252	31.5	13	A	252.0	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 28	3	63	94.5	8	31.5	252	24.4	13	A	195.2	77%	100	1	100	100	0	COLAPSO
CL 28	4	189	220.5	7	31.5	220.5	5.0	10	M	34.9	16%	23	1	23	23	77	MUY BUENO
CL 28D	1	0	31.5	8.2	31.5	258.3	10	13	M	82.0	32%	100	1	100	100	0	COLAPSO
DG 29	1	0	32	8.8	32	281.6	20	1	M	176.0	63%	72	1	72	72	28	POBRE
DG 30	1	0	46	5	46	230	8	1	A	40.0	17%	68	2	108	76	24	MUY POBRE
DG 30	1	0	46	5	46	230	8	6	M	40.0	17%	40	1	70	70		
DG 30	2	46	92	5	46	230	32	1	A	160.0	70%	88	2	146	94	6	COLAPSO
DG 30	2	46	92	5	46	230	32	6	M	160.0	70%	58	1	90	90		
KR 10	1	0	38.3	6	38.3	229.8	35.9	19	B	215.4	94%	16	1	48	48	52	REGULAR
KR 10	1	0	38.3	6	38.3	229.8	35.9	7	A	215.4	94%	46	2	62	46		
KR 10	2	38.3	76.6	6	38.3	229.8	21.6	1	M	129.6	56%	70	1	102	100	0	COLAPSO
KR 10	2	38.3	76.6	6	38.3	229.8	21.6	13	A	129.6	56%	100	2	170	100		
KR 10	3	76.6	114.9	6	38.3	229.8	38.3	1	M	229.8	100%	78	1	102	100	0	COLAPSO
KR 10	3	76.6	114.9	6	38.3	229.8	38.3	13	A	229.8	100%	100	2	178	100		
KR 10	4	114.9	156.7	5.5	41.8	229.9	41.8	1	M	229.9	100%	78	1	102	100	0	COLAPSO
KR 10	4	114.9	156.7	5.5	41.8	229.9	41.8	13	A	229.9	100%	100	2	178	100		
KR 10	5	156.7	198.5	5.5	41.8	229.9	41.8	1	M	229.9	100%	78	1	102	100	0	COLAPSO
KR 10	5	156.7	198.5	5.5	41.8	229.9	41.8	13	A	229.9	100%	100	2	178	100		
KR 10	6	198.5	240.3	5.5	41.8	229.9	27.8	1	M	152.9	67%	74	1	102	100	0	COLAPSO
KR 10	6	198.5	240.3	5.5	41.8	229.9	27.8	13	A	152.9	67%	100	2	174	100		
KR 10	7	491.1	522.6	8	31.5	252	11.6	1	A	92.8	37%	79	1	79	79	21	MUY POBRE
KR 10	8	522.6	554.1	8	31.5	252	31.5	1	A	252.0	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
KR 10	9	554.1	585.6	8	31.5	252	26.8	1	A	214.4	85%	90	1	90	90	10	MUY POBRE
KR 10	10	585.6	621	6.5	35.4	230.1	7	7	M	45.5	20%	20	1	20	20	80	MUY BUENO
KR 10	11	621	656.4	6.5	35.4	230.1	35.4	7	M	230.1	100%	46	1	46	46	54	REGULAR

KR 10	12	656.4	691.8	6.5	35.4	230.1	25.1	7	M	163.2	71%	28	1	28	28	72	MUY BUENO
KR 10	13	691.8	737.8	5.1	46	234.6	34.8	19	B	177.5	76%	14	1	14	14	86	EXCELENTE
KR 10	14	737.8	783.8	5.1	46	234.6	46	19	B	234.6	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 10	15	783.8	829.8	5.1	46	234.6	46	19	B	234.6	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 10	16	829.8	875.8	5.1	46	234.6	46	19	B	234.6	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 10	17	875.8	921.8	4	46	184	46	19	B	184.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 10	18	921.8	967.8	4	46	184	46	19	B	184.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 10	19	967.8	1013.8	4	46	184	46	19	B	184.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 10	20	1013.8	1059.8	4	46	184	24.3	19	B	97.2	53%	13	1	13	13	87	EXCELENTE
KR 10	21	1381.8	1427.8	3.6	46	165.6	10.8	10	B	38.9	23%	13	1	13	13	87	EXCELENTE
KR 10	22	1427.8	1473.8	3.6	46	165.6	46	10	B	165.6	100%	28	1	28	28	72	MUY BUENO
KR 10	23	1473.8	1519.8	3.6	46	165.6	10.7	10	B	38.5	23%	13	1	43	43	57	BUENO
KR 10	23	1473.8	1519.8	3.6	46	165.6	34.8	10	M	125.3	76%	41	2	54	40		
KR 10	24	1519.8	1565.8	3.6	46	165.6	5.1	10	M	18.4	11%	19	1	19	19	81	MUY BUENO
KR 10	25	1565.8	1611.8	3.6	46	165.6	13.8	10	M	49.7	30%	30	1	30	30	70	MUY BUENO
KR 10	26	1611.8	1657.8	3.6	46	165.6	32.2	10	M	115.9	70%	40	1	40	40	60	BUENO
KR 10	27	1657.8	1703.8	3.6	46	165.6	15	11	A	54.0	33%	74	1	74	74	26	POBRE
KR 10	28	1703.8	1742.1	5.8	38.3	222.14	37.1	1	A	215.2	97%	92	1	92	92	8	COLAPSO
KR 10	29	1742.1	1780.4	5.8	38.3	222.14	38.3	1	A	222.1	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
KR 10	30	1780.4	1818.7	5.8	38.3	222.14	38.3	1	A	222.1	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO

KR 10	31	1818.7	1857	5.8	38.3	222.14	37.3	1	A	216.3	97%	92	1	92	92	8	COLAPSO
KR 11	1	268.1	306.4	6	38.3	229.8	22.4	1	A	134.4	58%	85	1	85	85	15	MUY POBRE
KR 11	2	306.4	344.7	6	38.3	229.8	8.1	1	A	48.6	21%	70	1	70	70	30	POBRE
KR 11	3	452.8	498.8	4	46	184	43.8	19	B	175.2	95%	16	1	102	100	0	COLAPSO
KR 11	4	498.8	544.8	4	46	184	6.2	19	B	24.8	13%	7	1	102	100	0	COLAPSO
KR 11	4	498.8	544.8	4	46	184	6.2	13	A	24.8	13%	100	2	107	68		
KR 11	5	544.8	590.8	3.9	46	179.4	25	13	M	97.5	54%	100	2	170	100	0	COLAPSO
KR 11	6	590.8	636.8	3.9	46	179.4	10	1	A	39.0	22%	70	1	102	100		COLAPSO
KR 11	7	958.8	1004.8	4.8	46	220.8	31.8	1	B	152.6	69%	58	1	60	60	20	MUY POBRE
KR 11	7	958.8	1004.8	4.8	46	220.8	31.8	11	M	152.6	69%	58	2	116	80		
KR 11	8	1004.8	1050.8	4.8	46	220.8	24	1	B	115.2	52%	52	1	60	60	24	MUY POBRE
KR 11	8	1004.8	1050.8	4.8	46	220.8	24	11	M	115.2	52%	58	2	110	76		
KR 11A	1	0	46	5	46	230	46	19	B	230.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 11A	2	46	92	5	46	230	11.8	19	B	59.0	26%	9	1	9	9	91	EXCELENTE
KR 11B	1	0	46	4.8	46	220.8	35.4	19	B	169.9	77%	14	1	34	34	66	BUENO
KR 11B	1	0	46	4.8	46	220.8	35.4	11	B	169.9	77%	32	2	46	34		
KR 12	1	0	38.3	6.8	38.3	260.44	31.2	1	M	212.2	81%	75	1	75	75	25	POBRE
KR 12	2	80.1	121.9	5.5	41.8	229.9	38.9	11	A	214.0	93%	80	1	102	100	0	COLAPSO
KR 12	2	80.1	121.9	5.5	41.8	229.9	38.9	13	A	214.0	93%	100	2	180	100		
KR 12	3	121.9	163.7	5.5	41.8	229.9	12.6	11	A	69.3	30%	74	1	102	100	0	COLAPSO
KR 12	3	121.9	163.7	5.5	41.8	229.9	12.6	13	A	69.3	30%	100	2	174	100		
KR 12	4	365.7	404	5.8	38.3	222.14	20.0	1	B	116.0	52%	52	1	52	52	48	REGULAR
KR 12	5	442.3	480.6	5.8	38.3	222.14	10.0	1	M	58.0	26%	70	1	70	70	30	POBRE
KR 12	6	518.9	557.2	6	38.3	229.8	30.2	11	M	181.2	79%	58	1	58	58	42	REGULAR
KR 12	7	557.2	595.5	6	38.3	229.8	17.8	11	M	106.8	46%	57	1	57	57	43	REGULAR

KR 12	8	748.7	780.2	7.5	31.5	236.25	16.2	1	B	121.5	51%	52	1	52	52	48	REGULAR
KR 12	9	780.2	811.7	7.5	31.5	236.25	31.5	1	B	236.3	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 12	10	811.7	843.2	6.8	31.5	214.2	31.5	1	B	214.2	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 12	11	843.2	874.7	6.8	31.5	214.2	31.5	1	B	214.2	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 12	12	874.7	906.2	6.8	31.5	214.2	31.5	1	B	214.2	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 12	13	906.2	937.7	6.8	31.5	214.2	28.7	1	B	195.2	91%	60	1	60	60	40	REGULAR
KR 12A	1	0	31.5	10	31.5	315	31.5	19	M	315.0	100%	44	1	44	44	56	BUENO
KR 12A	2	31.5	73.3	5.6	41.8	234.08	22	19	M	123.2	53%	35	1	35	35	65	BUENO
KR 13	1	0	46	4.7	46	216.2	22.0	6	A	103.6	48%	68	2	130	86	14	MUY POBRE
KR 13	1	0	31.5	8.9	31.5	280.35	31.5	1	B	280.4	100%	62	1	70	70	30	POBRE
KR 13	2	31.5	69.8	6	38.3	229.8	38.1	1	B	228.6	99%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 13	3	0	46	5	46	230	46	19	B	230.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 13	4	46	84.3	6	38.3	229.8	38.3	19	B	229.8	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 13	5	84.3	122.9	6	38.3	229.8	14.4	19	B	86.4	38%	10	1	10	10	90	EXCELENTE
KR 13	6	0	38.3	6	38.3	229.8	5	13	M	30.0	13%	95	1	95	95	5	COLAPSO
KR 13	7	176.3	222.3	3.5	46	161	5	13	M	17.5	11%	90	1	90	90	10	MUY POBRE
KR 13	8	222.3	268.3	3.5	46	161	6.3	1	M	22.1	14%	57	1	57	57	43	REGULAR
KR 13	9	268.3	314.3	3.5	46	161	26.7	1	M	93.5	58%	69	2	103	73	27	POBRE
KR 13	9	268.3	314.3	3.5	46	161	5	1	B	17.5	11%	34	1	71	71		
KR 13	10	314.3	360.3	3.7	46	170.2	7.3	1	M	27.0	16%	52	1	52	52	48	REGULAR
KR 13	11	360.3	406.3	3.7	46	170.2	17.7	1	M	65.5	38%	65	1	65	65	35	POBRE
KR 14	1	0	31.5	8.7	31.5	274.05	31.5	1	B	274.1	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 14	2	31.5	63	8.7	31.5	274.05	31.5	1	B	274.1	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 14	3	63	94.5	8.4	31.5	264.6	31.5	1	B	264.6	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR 14	4	94.5	126	8.4	31.5	264.6	26.6	1	B	223.4	84%	60	1	60	60	40	REGULAR
KR 14	5	0	22	14.3	22	314.6	22	13	A	314.6	100%	100	2	178	100	0	COLAPSO

KR 14	5	0	22	14.3	22	314.6		1	M	314.6	100%	78	1	102	100		
KR 14	6	22	44	14.3	22	314.6	22	13	A	314.6	100%	100	2	178	100	0	COLAPSO
KR 14	6	22	44	14.3	22	314.6		1	M	314.6	100%	78	1	102	100		
KR 14	7	66	97.5	8.6	31.5	270.9	31.5	1	A	270.9	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
KR 14	8	97.5	129	8.6	31.5	270.9	6.5	1	A	55.9	21%	72	1	72	72	28	POBRE
KR 6A AV ORIENTAL	1	0	46	3	46	138	46	19	B	138.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 6A AV ORIENTAL	2	46	92	3	46	138	37.4	19	B	112.2	81%	15	1	102	100	0	COLAPSO
KR 6A AV ORIENTAL	2	46	92	5	46	230	8	13	A	40.0	17%	100	2	115	79		
KR 6A AV ORIENTAL	3	92	138	5	46	230	46	13	A	230.0	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
KR 6A AV ORIENTAL	4	138	184	5	46	230	28.3	13	A	141.5	62%	100	1	100	100	0	COLAPSO
KR 7	1	0	38.3	6	38.3	229.8	38.3	13	A	229.8	100%	100	1	100	100	0	COLAPSO
KR 7	2	38.3	76.6	6	38.3	229.8	17.1	13	A	102.6	45%	100	1	100	100	0	COLAPSO
KR 7	3	0	31.5	7.2	31.5	226.8	31.5	1	B	226.8	100%	62	2	94	67	33	POBRE
KR 7	3	0	31.5	7.2	31.5	226.8	31.5	11	B	226.8	100%	32	1	64	64		
KR 7	4	31.5	63	7.2	31.5	226.8	31.5	1	B	226.8	100%	62	2	94	67	33	POBRE
KR 7	4	31.5	63	7.2	31.5	226.8	31.5	11	B	226.8	100%	32	1	64	64		
KR 7	5	63	104.8	5.5	41.8	229.9	41.8	1	B	229.9	100%	62	2	94	67	33	POBRE
KR 7	5	63	104.8	5.5	41.8	229.9	41.8	11	B	229.9	100%	32	1	64	64		
KR 7	6	104.8	146.6	5.5	41.8	229.9	41.8	1	B	229.9	100%	62	2	94	67	33	POBRE
KR 7	6	104.8	146.6	5.5	41.8	229.9	41.8	11	B	229.9	100%	32	1	64	64		
KR 7	7	146.6	188.4	5.5	41.8	229.9	10.9	1	B	60.0	26%	45	2	73	74	26	POBRE
KR 7	7	146.6	188.4	5.5	41.8	229.9	10.9	11	B	60.0	26%	28	1	47	47		
KR 7	8	188.4	226.7	6	38.3	229.8	20.0	13	A	120.0	52%	100	2	168	100	0	COLAPSO
KR 7	8	188.4	226.7	5.9	38.3	225.97	20.0	1	M	118.0	52%	68	1	102	100		
KR 7	9	303.3	341.6	6	38.3	229.8	7.6	1	M	45.6	20%	56	1	56	56	44	REGULAR
KR 7	10	341.6	379.9	6	38.3	229.8	12.4	1	M	74.4	32%	62	2	90	64	36	POBRE

KR 7	10	341.6	379.9	6	38.3	229.8	9.9	11	B	59.4	26%	28	1	64	64		
KR 7	11	379.9	418.2	6	38.3	229.8	10.1	11	B	60.6	26%	28	1	28	28	72	MUY BUENO
KR 7	12	418.2	460	5.6	41.8	234.08	11	6	M	61.6	26%	49	1	49	49	51	REGULAR
KR 7	13	460	501.8	5.6	41.8	234.08	14	6	M	78.4	33%	52	1	52	52	48	REGULAR
KR 7	14	543.6	581.9	6	38.3	229.8	10.9	3	M	65.4	28%	28	1	28	28	72	BUENO
KR 7	15	581.9	620.2	6	38.3	229.8	38.3	3	M	229.8	100%	43	1	43	43	57	BUENO
KR 7	16	620.2	658.5	6	38.3	229.8	38.3	3	M	229.8	100%	43	1	43	43	57	BUENO
KR 7	17	658.5	696.8	6	38.3	229.8	37.4	3	M	224.4	98%	42	1	42	42	58	BUENO
KR 7	18	696.8	732.2	6.3	35.4	223.02	18	1	M	113.4	51%	68	2	100	70	30	POBRE
KR 7	18	696.8	732.2	6.3	35.4	223.02	18	11	B	113.4	51%	32	1	70	70		
KR 7	19	732.2	767.6	6.3	35.4	223.02	15.6	1	B	98.3	44%	52	1	52	52	48	REGULAR
KR 7	20	767.6	803	6.3	35.4	223.02	2.4	1	B	15.1	7%	30	1	30	30	70	BUENO
KR 7	21	803	834.5	7.5	31.5	236.25	10	1	B	75.0	32%	46	1	46	46	54	REGULAR
KR 7	22	834.5	866	7.5	31.5	236.25	11	1	M	82.5	35%	63	1	63	63	37	POBRE
KR 7	23	866	897.5	7.5	31.5	236.25	5	1	M	37.5	16%	53	1	53	53	47	REGULAR
KR 7	24	929	960.5	7.5	31.5	236.25	11.5	1	B	86.3	37%	48	1	48	48	52	REGULAR
KR 7	25	960.5	992	7.5	31.5	236.25	15.5	1	B	116.3	49%	52	1	52	52	48	REGULAR
KR 7	26	992	1027.4	6.5	35.4	230.1	6.4	10	B	41.6	18%	21	1	24	24	66	BUENO
KR 7	26	992	1027.4	6.5	35.4	230.1	6.4	11	B	41.6	18%	22	2	43	34		
KR 7	27	1027.4	1062.8	6.5	35.4	230.1	35.4	10	B	230.1	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	27	1027.4	1062.8	6.5	35.4	230.1	35.4	11	B	230.1	100%	32	2	60	44		
KR 7	28	1062.8	1098.2	6.5	35.4	230.1	35.4	10	B	230.1	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	28	1062.8	1098.2	6.5	35.4	230.1	35.4	11	B	230.1	100%	32	2	60	44		
KR 7	29	1098.2	1133.6	6.5	35.4	230.1	35.4	10	B	230.1	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	29	1098.2	1133.6	6.5	35.4	230.1	35.4	11	B	230.1	100%	32	2	60	44		

KR 7	30	1133.6	1169	6.5	35.4	230.1	35.4	10	B	230.1	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	30	1133.6	1169	6.5	35.4	230.1	35.4	11	B	230.1	100%	32	2	60	44		
KR 7	31	1169	1200.5	6.9	31.5	217.35	31.5	10	B	217.4	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	31	1169	1200.5	6.9	31.5	217.35	31.5	11	B	217.4	100%	32	2	60	44		
KR 7	32	1200.5	1232	6.9	31.5	217.35	31.5	10	B	217.4	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	32	1200.5	1232	6.9	31.5	217.35	31.5	11	B	217.4	100%	32	2	60	44		
KR 7	33	1232	1263.5	6.9	31.5	217.35	31.5	10	B	217.4	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	33	1232	1263.5	6.9	31.5	217.35	31.5	11	B	217.4	100%	32	2	60	44		
KR 7	34	1263.5	1295	6.9	31.5	217.35	31.5	10	B	217.4	100%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 7	34	1263.5	1295	6.9	31.5	217.35	31.5	11	B	217.4	100%	32	2	60	44		
KR 7	35	1295	1326.5	6.9	31.5	217.35	27.1	10	B	187.0	86%	27	1	29	29	56	BUENO
KR 7	35	1295	1326.5	6.9	31.5	217.35	27.1	11	B	187.0	86%	32	2	59	44		
KR 7	36	1326.5	1358	8.1	31.5	255.15	1	3	M	8.1	3%	9	2	17	13	87	EXCELENTE
KR 7	36	1326.5	1358	8.1	31.5	255.15	1	11	B	8.1	3%	8	1	11	11		
KR 7	37	1358	1389.5	8.1	31.5	255.15	31.5	3	M	255.2	100%	43	2	75	56	44	REGULAR
KR 7	37	1358	1389.5	8.1	31.5	255.15	31.5	11	B	255.2	100%	32	1	45	45		
KR 7	38	1389.5	1421	8.1	31.5	255.15	31.5	3	M	255.2	100%	43	2	75	56	44	REGULAR
KR 7	38	1389.5	1421	8.1	31.5	255.15	31.5	11	B	255.2	100%	32	1	45	45		
KR 7	39	1421	1452.5	8.1	31.5	255.15	6	3	M	48.6	19%	23	1	26	26	63	BUENO
KR 7	39	1421	1452.5	8.1	31.5	255.15	6	11	B	48.6	19%	24	2	47	37		

KR 8	1	191.5	229.8	6	38.3	229.8	24.8	19	B	148.8	65%	14	1	14	14	86	EXCELENTE
KR 8	2	229.8	268.1	6	38.3	229.8	38.3	19	B	229.8	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR 8	3	268.1	306.4	6	38.3	229.8	4.4	19	B	26.4	11%	5	1	5	5	95	EXCELENTE
KR 8	4	344.7	383	6	38.3	229.8	15	19	B	90.0	39%	11	1	11	11	89	EXCELENTE
KR 8	5	957.5	999.3	5.4	41.8	225.72	27.3	5	A	147.4	65%	88	1	88	88	12	MUY POBRE
KR 8	6	999.3	1041.1	5.4	41.8	225.72	41.8	5	A	225.7	100%	84	1	84	84	16	MUY POBRE
KR 8	7	1041.1	1082.9	5.4	41.8	225.72	41.8	5	A	225.7	100%	84	1	84	84	16	MUY POBRE
KR 8	8	1082.9	1124.7	5.4	41.8	225.72	13.6	5	A	73.4	33%	78	1	78	78	22	MUY POBRE
KR 8	9	1271.3	1302.8	6.8	31.5	214.2	22.8	13	A	155.0	72%	100	2	180	100	0	COLAPSO
KR 8	9	1271.3	1302.8	6.8	31.5	214.2	22.8	11	A	155.0	72%	80	1	102	100		
KR 8	10	1302.8	1334.3	6.8	31.5	214.2	24.2	13	A	164.6	77%	100	2	180	100	0	COLAPSO
KR 8	10	1302.8	1334.3	6.8	31.5	214.2	24.2	11	A	164.6	77%	80	1	102	100		
KR 8	11	1586.3	1617.8	8	31.5	252	22.8	10	B	182.4	72%	26	1	34	34	57	BUENO
KR 8	11	1586.3	1617.8	8	31.5	252	22.8	11	B	182.4	72%	32	2	58	43		
KR 8	12	1617.8	1649.3	8	31.5	252	30.7	10	B	245.6	97%	28	1	34	34	56	BUENO
KR 8	12	1617.8	1649.3	8	31.5	252	30.7	11	B	245.6	97%	32	2	60	44		
KR 9B	1	35.4	70.8	6.5	35.4	230.1	1.0	13	M	6.5	3%	55	1	55	55	45	REGULAR
KR9	0	0	31.5	6.9	31.5	217.35	30.1	1	M	207.7	96%	78	2	94	66	34	POBRE
KR9	1	0	38.3	6.1	38.3	233.63	38.3	19	B	233.6	100%	16	1	80	80	20	MUY POBRE
KR9	2	38.3	76.6	6.1	38.3	233.63	38.3	19	B	233.6	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	3	76.6	108.1	7.8	31.5	245.7	31.5	19	B	245.7	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO

KR9	4	108.1	139.6	7.8	31.5	245.7	31.5	19	B	245.7	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	5	139.6	171.1	8.1	31.5	255.15	31.5	19	B	255.2	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	6	171.1	202.6	8.1	31.5	255.15	31.5	19	B	255.2	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	7	202.6	234.1	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	8	234.1	265.6	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	9	265.6	297.1	8	31.5	252	31.5	1	M	252.0	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	9	265.6	297.1	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	80	80		
KR9	10	297.1	328.6	8	31.5	252	31.5	1	M	252.0	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	10	297.1	328.6	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	80	80		
KR9	11	328.6	360.1	8	31.5	252	31.5	1	M	252.0	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	11	328.6	360.1	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	80	80		
KR9	12	360.1	391.6	8	31.5	252	31.5	1	M	252.0	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	12	360.1	391.6	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	80	80		
KR9	13	391.6	423.1	8	31.5	252	31.5	1	M	252.0	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	13	391.6	423.1	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	80	80		
KR9	14	423.1	454.6	8	31.5	252	31.5	1	M	252.0	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	14	423.1	454.6	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	80	80		
KR9	15	454.6	486.1	8	31.5	252	10.4	1	M	83.2	33%	63	2	79	58	35	POBRE
KR9	15	454.6	486.1	8	31.5	252	31.5	19	B	252.0	100%	16	1	65	65		
KR9	16	517.6	549.1	7.5	31.5	236.25	1.1	1	M	8.3	3%	32	2	48	35	65	BUENO
KR9	16	517.6	549.1	7.5	31.5	236.25	31.5	19	B	236.3	100%	16	1	34	34		
KR9	17	549.1	580.6	7.5	31.5	236.25	31.5	1	M	236.3	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	17	549.1	580.6	7.5	31.5	236.25	31.5	19	B	236.3	100%	16	1	80	80		
KR9	18	580.6	612.1	7.5	31.5	236.25	31.5	1	M	236.3	100%	78	2	94	66	20	MUY POBRE
KR9	18	580.6	612.1	7.5	31.5	236.25	31.5	19	B	236.3	100%	16	1	80	80		
KR9	19	612.1	675.1	7.5	31.5	236.25	23.3	1	M	174.8	74%	74	2	90	64	24	

KR9	19	612.1	675.1	7.5	31.5	236.25	31.5	19	B	236.3	100%	16	1	76	76		MUY POBRE
KR9	20	675.1	716.9	6.7	35.4	237.18	35.4	19	B	237.2	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	21	716.9	748.4	5.5	41.8	229.9	40.2	19	B	221.1	96%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	22	783.8	819.2	6.4	35.4	226.56	27.2	10	B	174.1	77%	26	1	26	26	74	MUY BUENO
KR9	23	819.2	854.6	6.4	35.4	226.56	35.4	10	B	226.6	100%	28	1	28	28	72	MUY BUENO
KR9	24	854.6	890	6.4	35.4	226.56	31.9	10	B	204.2	90%	28	1	28	28	72	MUY BUENO
KR9	25	890	928.3	5.8	38.3	222.14	13.3	1	B	77.1	35%	49	1	49	49	51	REGULAR
KR9	26	928.3	966.6	5.8	38.3	222.14	38.3	1	B	222.1	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR9	27	966.6	1004.9	5.8	38.3	222.14	38.3	1	B	222.1	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR9	28	1004.9	1034.9	5.8	30	174	30	1	B	174.0	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR9	29	1034.9	1064.9	10.6	30	318	30	1	B	318.0	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR9	30	1064.9	1094.9	10.6	30	318	30	1	B	318.0	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR9	31	1094.9	1124.9	10.6	30	318	30	1	B	318.0	100%	62	1	62	62	38	POBRE
KR9	32	1124.9	1154.9	10.6	30	318	24.5	1	B	259.7	82%	60	2	84	60	38	POBRE
KR9	32	1124.9	1154.9	10.6	30	318	5.9	11	B	62.5	20%	24	1	62	62		
KR9	33	1154.9	1196.7	5.5	41.8	229.9	41.8	11	B	229.9	100%	32	1	32	32	68	BUENO
KR9	34	1196.7	1238.5	5.5	41.8	229.9	41.8	11	B	229.9	100%	32	1	32	32	68	BUENO
KR9	35	1238.5	1280.3	5.5	41.8	229.9	29.5	11	B	162.3	71%	32	1	32	32	68	BUENO
KR9	36	1531.1	1569.4	6	38.3	229.8	3.4	11	M	20.4	9%	30	1	30	30	70	MUY BUENO
KR9	37	1569.4	1607.7	6	38.3	229.8	4.1	11	M	24.6	11%	32	1	32	32	68	BUENO
KR9	38	1607.7	1646	6	38.3	229.8	7.5	11	M	45.0	20%	42	1	42	42	58	BUENO

KR9	39	1681.4	1716.8	6.6	35.4	233.64	15.8	19	B	104.3	45%	12	1	12	12	88	EXCELENTE
KR9	40	1716.8	1752.2	6.6	35.4	233.64	35.4	19	B	233.6	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	41	1752.2	1783.7	8.4	31.5	264.6	31.5	19	B	264.6	100%	16	1	16	16	84	MUY BUENO
KR9	42	1783.7	1815.2	8.4	31.5	264.6	17.8	19	B	149.5	57%	13	1	13	13	87	EXCELENTE
KR9	43	2067.2	2098.7	7.8	31.5	245.7	14.7	3	M	114.7	47%	34	1	34	34	66	BUENO
KR9	44	2098.7	2130.2	7.8	31.5	245.7	12.3	3	M	95.9	39%	32	1	32	32	68	BUENO
TV 8A	1	41.8	83.6	5.4	41.8	225.72	20.6	1	B	111.2	49%	52	1	57	57	25	POBRE
TV 8A	1	41.8	83.6	5.4	41.8	225.72	20.6	6	M	111.2	49%	55	2	107	75		
TV 8A	2	83.6	125.4	5.4	41.8	225.72	9.4	1	B	50.8	22%	42	1	46	46	37	POBRE
TV 8A	2	83.6	125.4	5.4	41.8	225.72	9.4	6	M	50.8	22%	44	2	86	63		
TV 9A	1	0	46	4.9	46	225.4	46	11	A	225.4	100%	80	2	100	70	18	MUY POBRE
TV 9A	1	0	46	4.9	46	225.4	46	12	M	225.4	100%	20	1	82	82		
TV 9A	2	46	92	4.9	46	225.4	31.8	11	A	155.8	69%	80	2	96	68	18	MUY POBRE
TV 9A	2	46	92	4.9	46	225.4	31.8	12	M	155.8	69%	16	1	82	82		
SIN NOMENCLATURA	1	350	405	4	55	220	52.5	6	A	210.0	95%	74	1	74	74	26	POBRE

Daño Rígido

CODIGO VIA	U. M	INI (m)	FIN (m)	N° TOTAL LOSAS	COD_DANO	SEV	TOTAL (m²)	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	q	TOTAL	CDV	PCI	ESTADO
CL 25	1	75	150	28	28	B	28	100%	22	1	22	22	78	MUY BUENO
CL 25	2	150	225	28	28	B	21	75%	21	1	21	21	79	MUY BUENO
CL 26	1	0	75	28	23	A	28	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
CL 26	2	75	150	28	23	A	28	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
CL 26	3	150	225	28	23	A	28	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
CL 26	4	225	300	28	23	A	4	14%	42	1	42	42	58	BUENO
CL 26	5	300	375	28	23	A	18	64%	80	1	80	80	20	MUY POBRE
CL 26	6	375	450	28	23	A	28	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
CL 26	7	450	525	28	23	A	2	7%	25	1	25	25	75	MUY BUENO
CL 28A	1	0	75	28	23	M	10	36%	48	1	48	48	52	REGULAR
CL 28A	2	75	150	28	23	M	14	50%	57	1	57	57	43	REGULAR
CL 28A	3	150	225	28	23	M	4	14%	29	1	29	29	71	MUY BUENO
CL 28B	1	38.5	77	22	23	M	18	82%	70	1	70	70	30	POBRE
DG 29B	1	35	70	14	23	A	1	7%	25	1	25	25	75	MUY BUENO
KR 10B	1	0	75	28	23	M	10	36%	48	1	48	48	52	REGULAR
KR 12	1	75	150	28	23	A	6	21%	51	1	51	51	49	REGULAR
KR 12	2	150	225	28	23	A	2	7%	25	1	25	25	75	MUY BUENO
KR 13	1	0	50	20	22	M	10	50%	52	2	85	62	38	POBRE
KR 13	1	0	50	20	29	M	10	50%	33	1	54	54		
KR 13	2	50	100	20	22	M	20	100%	64	2	113	78	22	MUY POBRE
KR 13	2	50	100	20	29	M	20	100%	49	1	66	66		
KR 13	3	100	150	20	22	M	6	30%	39	2	59	44	56	BUENO

KR 13	3	100	150	20	29	M	6	30%	20	1	41	41		
KR 4C	1	0	50	20	23	M	6	30%	44	1	44	44	56	BUENO
KR 6B	1	225	300	28	23	A	6	21%	51	3	95	60	40	REGULAR
KR 6B	1	225	300	28	22	M	6	21%	29	2	82	60		
KR 6B	1	225	300	28	28	M	6	21%	15	1	55	55		
SIN NOMENCLATU RA	1	0	40	16	23	A	2	13%	40	1	40	40	60	BUENO
SIN NOMENCLATU RA	2	40	80	16	23	A	16	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
SIN NOMENCLATU RA	3	80	120	16	23	A	16	100%	92	1	92	92	8	COLAPSO
SIN NOMENCLATU RA	4	120	160	16	23	A	14	88%	88	1	88	88	12	MUY POBRE
SIN NOMENCLATU RA	1	0	55	22	23	M	18	82%	70	1	70	70	30	POBRE
SIN NOMENCLATU RA	1	0	35	14	23	M	8	57%	60	1	60	60	40	REGULAR
SIN NOMENCLATU RA	2	35	30	14	23	M	4	29%	42	1	42	42	58	BUENO